Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada
Science | Sciences

**CSAS** | **SCCS**

**Canadian Science Advisory Secretariat** | **Secrétariat canadien de consultation scientifique**

**Proceedings Series 2012/023** | **Compte rendu 2012/023**

# Proceedings of the Gulf Region Science Peer Review Framework Meeting of Assessment Methods for the Snow Crab Stock of the southern Gulf of St. Lawrence

November 21 to 25, 2011
Moncton, N.B.

Jean-Claude Brêthes
Chairperson

# Compte rendu de la réunion portant sur l'examen cadre des méthodes d'évaluation du stock de crabe des neiges dans le sud du gofle du Saint-Laurent

Du 21 au 25 novembre, 2011
Moncton, N.B.

Jean-Claude Brêthes
Président de réunion

Fisheries and Oceans Canada / Pêches et Océans Canada
Science Branch / Secteur des Sciences
P.O. Box 5030 / C.-P. 5030
Moncton (NB / N.-B.)
E1C 9B6

August, 2012 | Août, 2012

Canada

## Foreword

The purpose of these Proceedings is to document the activities and key discussions of the meeting. The Proceedings include research recommendations, uncertainties, and the rationale for decisions made by the meeting. Proceedings also document when data, analyses or interpretations were reviewed and rejected on scientific grounds, including the reason(s) for rejection. As such, interpretations and opinions presented in this report individually may be factually incorrect or misleading, but are included to record as faithfully as possible what was considered at the meeting. No statements are to be taken as reflecting the conclusions of the meeting unless they are clearly identified as such. Moreover, further review may result in a change of conclusions where additional information was identified as relevant to the topics being considered, but not available in the timeframe of the meeting. In the rare case when there are formal dissenting views, these are also archived as Annexes to the Proceedings.

## Avant-propos

Le présent compte rendu a pour but de documenter les principales activités et discussions qui ont eu lieu au cours de la réunion. Il contient des recommandations sur les recherches à effectuer, traite des incertitudes et expose les motifs ayant mené à la prise de décisions pendant la réunion. En outre, il fait état de données, d'analyses ou d'interprétations passées en revue et rejetées pour des raisons scientifiques, en donnant la raison du rejet. Bien que les interprétations et les opinions contenues dans le présent rapport puissent être inexactes ou propres à induire en erreur, elles sont quand même reproduites aussi fidèlement que possible afin de refléter les échanges tenus au cours de la réunion. Ainsi, aucune partie de ce rapport ne doit être considérée en tant que reflet des conclusions de la réunion, à moins d'indication précise en ce sens. De plus, un examen ultérieur de la question pourrait entraîner des changements aux conclusions, notamment si l'information supplémentaire pertinente, non disponible au moment de la réunion, est fournie par la suite. Finalement, dans les rares cas où des opinions divergentes sont exprimées officiellement, celles-ci sont également consignées dans les annexes du compte rendu.

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2012
© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2012

ISSN 1701-1272 (Printed / Imprimé)
ISSN 1701-1280 (Online / En ligne)

Published and available free from:
Une publication gratuite de :

Fisheries and Oceans Canada / Pêches et Océans Canada
Canadian Science Advisory Secretariat / Secrétariat canadien de consultation scientifique
200, rue Kent Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E6

http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

CSAS-SCCS@DFO-MPO.GC.CA

Correct citation for this publication:
On doit citer cette publication comme suit :

DFO. 2012. Proceedings of the Gulf Region Science Peer Review Framework Meeting of Assessment Methods for the Snow Crab Stock of the southern Gulf of St. Lawrence; November 21 to 25, 2011. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2012/023.

MPO. 2012. Compte rendu de la réunion portant sur l'examen cadre des méthodes d'évaluation du stock de crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent, du 21 au 25 novembre, 2011. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2012/023.

## TABLE OF CONTENTS / TABLE DES MATIÈRES

SUMMARY / SOMMAIRE ..... VII

INTRODUCTION ..... 1

TOR 1. REVIEW OF CURRENT SAMPLING DESIGN AND ESTIMATION MODEL
CADRE DE REFERENCE 1. EXAMEN DE LA CONCEPTION DU PLAN D'ECHANTILLONNAGE ACTUEL ET DU MODELE D'ESTIMATION ..... 3

TOR 2. DEFINITION OF THE POLYGON FOR WHICH BIOMASS WILL BE ESTIMATED
CADRE DE REFERENCE 2. DEFINITION DU POLYGONE POUR LEQUEL LA BIOMASSE SERA ESTIMEE ..... 33

TOR 3. RECONSTRUCTING THE TIME SERIES: IS IT POSSIBLE TO RECONSTRUCT A HOMOGENEOUS TIME SERIES FOR 1989 TO PRESENT?
CADRE DE REFERENCE 3. RECONSTRUCTION DE LA SERIE CHRONOLOGIQUE : EST-CE POSSIBLE DE RECONSTRUIRE UNE SERIE CHRONOLOGIQUE HOMOGENE POUR LA PERIODE ALLANT DE 1989 A AUJOURD'HUI? ..... 43

TOR 4 - ESTIMATION OF BIOMASS WITHIN MANAGEMENT AREAS
CADRE DE REFERENCE 4. ESTIMATION DE LA BIOMASSE AU SEIN DES ZONES DE GESTION ..... 55

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS ..... 62

TOR 1: Review of present DFO assessment method
Cadre de référence 1 : Examen de la méthode d'évaluation actuelle du mPO ..... 62

TOR 2. Definition of the polygon for which biomass will be estimated
Cadre de référence 2. Définition du polygone pour lequel la biomasse sera estimée ..... 72

TOR 3. Reconstructing the time series: is it possible to reconstruct a homogeneous time series for 1989 to present?
Cadre de référence 3. Reconstruction des séries chronologiques : est-il possible de reconstruire une série chronologique homogène pour la période allant de 1989 à aujourd'hui? ..... 75

TOR 4 - Estimation of biomass within management areas
Cadre de référence 4. Estimation de la biomasse au sein des zones de gestion ..... 78

STATUS OF WORKING PAPERS AND DOCUMENTS POST-MEETING
STATUT DES DOCUMENTS DE TRAVAIL ET DES DOCUMENTS D'APRES REUNION ..... 79

SPECIFIC TASKS TO BE DONE IN THE FOLLOWING MONTHS
DES TACHES PRECISES DOIVENT ETRE EXECUTEES DANS LES MOIS A VENIR. ..... 84

Appendix 1. Terms of reference for the meeting. ..... 86
Annexe 1. Cadre de référence pour la réunion. ..... 90

Appendix 2. Invitation letter
Annexe 2. Lettre d'invitation. ..... 94

Appendix 3. List of documents, data files, and working papers made available to meeting participants on the website
Annexe 3. Liste des documents, fichiers de données et de documents de travail mis à la disposition des participants sur le site internet..... 97

Appendix 4. List of participants
Annexe 4. Liste des participants..... 99

Appendix 5. Agenda
Annexe 5. Ordre du jour. ..... 100

## SUMMARY

A regional science peer review meeting was held November 21 to 25, 2011 in Moncton (New Brunswick). The framework review meeting was convened in response to challenges from some sectors of the fishing industry regarding the assessment methods and analyses. In keeping with the DFO science objective of providing robust and scientifically defensible advice, a framework peer review meeting was conducted to review and develop recommendations for the assessment methods and analytical approaches to be used to assess the status of the snow crab stock of the southern Gulf of St. Lawrence. The following assessment methodology questions were examined: 1) review of current sampling design, the estimation model and approach to estimate the biomass of commercial-sized male crab from the southern Gulf of St. Lawrence, 2) review of the definition of the polygon for which the biomass will be estimated, 3) review of the methods for reconstructing a homogenous time series of biomasses and abundances from 1989 to present, and 4) review of the best approach to estimate and include uncertainty of the biomass estimates within the four management areas based on a survey designed to estimate biomass for the entire southern Gulf. Participants at the science review included DFO Science Branch personnel from five DFO regions (Gulf, Maritimes, Newfoundland and Labrador, Quebec, Ottawa), DFO Fisheries Management, invited external experts from universities, expertise from the US, from aboriginal organizations, and the fishing industry. The framework meeting did not generate fisheries management advice. This document describes the recommended approaches for the best treatment of data currently collected, best treatment for historical reconstruction, and recommendations for improvements to the design and assessment methods.

## SOMMAIRE

Une réunion du processus régional de revue par les pairs a eu lieu à Moncton (Nouveau-Brunswick) du 21 au 25 novembre 2011. À la suite de la remise en question par certains secteurs de l'industrie de la pêche des méthodes d'évaluations et des analyses, et conformément à l'objectif scientifique du MPO de fournir des avis rigoureux et scientifiquement défendables, le MPO a organisé une réunion d'examen par les pairs afin de réviser les méthodes d'évaluation et les approches analytiques utilisées pour évaluer l'état du stock de crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent et d'en recommander de nouvelles au besoin. Les questions suivantes relativement aux méthodes d'évaluation ont été considérées par les pairs : 1) la conception du plan d'échantillonnage actuel, du modèle d'estimation et de l'approche utilisée pour estimer la biomasse commerciale de crabes mâles dans les eaux du sud du golfe du Saint-Laurent, 2) la définition du polygone pour lequel la biomasse de crabe est estimée, 3) les méthodes utilisées depuis 1989 pour reconstruire une série chronologique homogène d'évaluations de la biomasse et de l'abondance, et 4) détermination de la meilleure façon d'estimer la biomasse du crabe et d'inclure les facteurs d'incertitude de son estimation pour les quatre zones de gestion du crabe, en fonction d'un relevé conçu pour estimer la biomasse pour l'ensemble du sud du golfe. Les participants à cette revue scientifique comprenaient des scientifiques du secteur des sciences de cinq régions du MPO au Canada (Golfe, Maritimes, Terre-Neuve-et-Labrador, Québec, et Ottawa), des gestionnaires du MPO Direction de la gestion des ressources, des experts externes d'universités, un expert scientifique des É.-U., des participants des communautés autochtones, et du secteur de l'industrie de la pêche. Aucun avis scientifique ne découle de la réunion. Ce document présente les recommandations sur les meilleures façons de traiter les données qui sont recueillies à l'heure actuelle, de traiter la reconstruction historique, et présente les améliorations au plan d'échantillonnage et aux méthodes d'évaluation.

## INTRODUCTION

A regional science peer review framework meeting of assessment methods for the snow crab stock of the southern Gulf of St. Lawrence was conducted in Moncton (NB), November 21 to 25, 2011.

The terms of reference for the science review were developed by DFO Science, Gulf Region (Appendix 1). Draft terms of reference were distributed to industry associations for comment before being finalized.

Notifications of the science review and conditions for participation were sent to identified industry associations and aboriginal organizations with interest in the snow crab resource of the southern Gulf of St. Lawrence (Appendix 2). Nominations for external experts from industry associations were received and the final participants were identified based on availability, expertise relative to the terms of reference and meeting logistic constraints.

Working papers were prepared by DFO Science personnel from Gulf and Newfoundland and Labrador regions to address the terms of reference (TOR). A working paper was requested by DFO Science to an external expert to address a section in TOR 1. An industry consultant requested to provide seven documents for presentation at the framework meeting. The working papers and documents are listed in Appendix 3. Background documents and industry reports were made available to meeting participants on a password secured internet site. The list of documents and the dates when they were uploaded to the website are provided in Appendix 3.

The trawl survey data and associated mapping files as well as R-script files for processing the data were also made

## INTRODUCTION

Une réunion régionale d'examen cadre par les pairs des méthodes d'évaluation du stock de crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent s'est déroulée à Moncton (Nouveau-Brunswick) du 21 au 25 novembre 2011.

Le cadre de référence pour l'examen scientifique a été mis au point par le Secteur des sciences du MPO, Région du Golfe (annexe 1).Une ébauche préliminaire du cadre de référence a été distribuée aux associations de l'industrie en vue d'obtenir leurs commentaires avant de les finaliser.

Des avis annonçant l'examen scientifique et les modalités de participation ont été envoyés aux associations identifiées de l'industrie et aux organisations autochtones qui sont concernées par la ressource de crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent (annexe 2). Des mises en candidatures pour les experts externes proposées par les associations de l'industrie ont été reçues et les participants ont été retenus sur la base de leur disponibilité, de leurs connaissances en matière de cadre de référence et des contraintes liées à la logistique de la réunion.

Les documents de travail répondant au cadre de référence ont été préparés par le personnel scientifique du MPO des régions du Golfe et de Terre-Neuve-et-Labrador. Le Secteur des sciences du MPO a demandé à un expert externe de rédiger un document de travail pour une section du cadre de référence 1. Un expert-conseil de l'industrie a proposé sept documents aux fins de présentation lors de la réunion. La liste des documents de travail et de la documentation figure à l'annexe 3. Les participants ont pu consulter les documents d'information et les rapports de l'industrie à partir d'un site Internet sécurisé par mot de passe. La liste des documents et les dates auxquelles ils ont été téléchargés vers le site Web se trouvent à l'annexe 3.

Les participants ont également pu consulter sur le site Web les données du relevé au chalut, les fichiers de représentation

available to meeting participants on the website (Appendix 3).

The meeting began at 1:00 PM, Monday November 21, 2011. The chair (J.-C. Brêthes) indicated that simultaneous translation was available to participants. The chair then reviewed the rules of exchange for the meeting, reminding participants that the meeting was a science review and not a consultation. Table microphones were provided to ensure good communication during the meeting, to allow for simultaneous translation of the presentations and discussions and as such, exchanges would have to take place one at a time and, if required, through order of the chair. Finally, the objective was to achieve consensus on the points of the terms of reference and that for the purposes of the science review, consensus was taken as an absence of opposition which was supported by weight of evidence.

The chair then invited the participants to introduce themselves; the list of participants is provided in Appendix 4.

The terms of reference for the meeting were sent to participants prior to the workshop. The draft agenda was reviewed and accepted (Appendix 5). The meeting would adhere to the agenda as indicated because some individuals had scheduled their participation specific to the terms of reference.

- A participant from industry indicated that the concerns regarding the assessment of snow crab for the southern Gulf were not only about the type of models used and the changes that had occurred over time but also about the entire sampling process itself including the type of gear used, how the gear and the electronic equipment is used at sea, how the crabs are characterized and he did not want those points left out of the discussions. The chair indicated that those issues would be discussed under the second term of reference.

cartographique correspondant et les fichiers de script R pour le traitement des données (annexe 3).

La réunion a débuté à 13 h le lundi 21 novembre 2011. Le président (J.-C. Brêthes) a indiqué que les participants bénéficiaient d'un service d'interprétation simultanée. Le président a ensuite passé en revue les règles concernant les échanges durant la réunion, en rappelant aux participants que la réunion sert d'examen scientifique et non de consultation. Des microphones de table sont fournis pour assurer une communication efficace pendant la réunion et pour permettre la traduction simultanée des présentations et des discussions. Ainsi, les échanges doivent se dérouler une personne après l'autre et, le cas échéant, à la requête du président. Enfin, l'objectif est d'atteindre un consensus sur les points du cadre de référence. Dans le cadre de l'examen scientifique, le consensus est considéré comme une absence d'opposition compte tenu du poids de la preuve.

Le président a invité ensuite les participants à se présenter. La liste des participants est fournie à l'annexe 4.

Le cadre de référence de la réunion a été envoyé aux participants avant l'atelier. L'ordre du jour provisoire est examiné et accepté (annexe 5). Le déroulement de la réunion devait suivre l'ordre du jour tel qu'il est indiqué, car certaines personnes avaient justement programmé leur participation en fonction du cadre de référence.

- Un participant du secteur de l'industrie a indiqué que les préoccupations relatives à l'évaluation du crabe des neiges dans le sud du golfe ne concernaient pas uniquement les types de modèles utilisés et les changements qui sont intervenus au fil du temps, mais également le processus d'échantillonnage dans son ensemble, y compris le type d'engin utilisé, la manière dont l'engin et l'équipement électronique sont utilisés en mer et la caractérisation des crabes. Par conséquent, il a souhaité que ces points ne soient pas écartés de la discussion. Le président a indiqué que ces questions feraient l'objet de discussions à

Rapporteur duties were assigned to Gérald Chaput, Marc Lanteigne and Michel Biron from DFO Science Branch, Moncton (NB).

The proceedings are organized by term of reference as discussed during the framework meeting.

## TOR 1. REVIEW OF CURRENT SAMPLING DESIGN AND ESTIMATION MODEL

**Wade, E., et al. 2011. Assessment methods used in snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock in the southern Gulf of St. Lawrence. (part 1). Working Paper WP01.**

The presentation summarized the following points related to TOR 1.a.i and 1.b.i (Appendix 1):

- history of the snow crab stock assessment
- 2006 to the present sampling design based on reallocation of sampling points to the 323 full and partial grids based on 10' X 10' squares following on the recommendations of the framework review in 2005 (DFO 2006)
- sampling intensity of 355 stations within the potential 323 grids
- stations were randomly assigned to grids
- data used to date were density in terms of number per km²
- annual variograms are estimated using all the observations. A spherical model is used and parameters of the spherical model are estimated by non-linear regression within the software functions
- variogram estimation typically uses 25 lags with a lag distance of 3 km

l'occasion du deuxième point du cadre de référence.

Les fonctions de rapporteur ont été confiées à Gérald Chaput, à Marc Lanteigne et à Michel Biron de la Direction des sciences du MPO, à Moncton (Nouveau-Brunswick).

Le compte rendu s'articule autour du cadre de référence comme cela a été discuté durant la réunion cadre.

## CADRE DE REFERENCE 1. EXAMEN DE LA CONCEPTION DU PLAN D'ECHANTILLONNAGE ACTUEL ET DU MODELE D'ESTIMATION

**E. Wade *et al.* 2011. Méthodes d'évaluation utilisées pour le stock de crabes des neiges *Chionoecetes opilio* dans le sud du golfe du Saint-Laurent. (partie 1). Document de travail 01.**

La présentation résume les points suivants liés aux sous-sections 1.a)(i) et 1.b)(i) du cadre de référence (annexe 1) :

- L'historique de l'évaluation du stock de crabe des neiges.
- La conception du plan d'échantillonnage de 2006 à aujourd'hui, basée sur la réaffectation des points d'échantillonnage aux 323 grilles complètes ou partielles d'après un quadrillage de 10' sur 10' à la suite des recommandations découlant de l'examen cadre effectué en 2005 (MPO 2006).
- Intensité d'échantillonnage de 355 stations au sein des 323 grilles potentielles.
- L'affectation des stations dans la grille a été effectuée de manière aléatoire.
- Les données utilisées à ce jour correspondent à la densité exprimée en nombre par km$^2$.
- Les variogrammes annuels sont estimés à l'aide de toutes les observations. Un modèle sphérique est utilisé et les paramètres du modèle sphérique sont estimés par le biais d'une régression non linéaire à partir des fonctions du logiciel.
- L'estimation du variogramme utilise typiquement un décalage de 25 avec une

- average of global variogram is calculated over three years
- use of kriging with external drift with depth as an auxiliary and external (to the sampling data) explanatory variable for local neighbourhood interpolation
- regular grid, 100 by 100, is used for interpolation of densities
- use of nearest neighbour (32 points) for each interpolated point with a maximum of 8 points per quadrant are used
- polygon used is 44,302 km²
- point kriging is used to estimate the total abundance for the polygon
- confidence intervals are based on a lognormal distribution using transformation of the global kriging variance

Points of discussion:

- A participant from industry indicated that it would have been better to have discussed the biology and oceanography components first as the assumption that crab density varies with depth is not supported by the biology of the animal and the observations from the field. Specifically, it was indicated that edge effects that are supposedly treated by KED do not exist with snow crab as concentrations of crab can be found at shallow and deep limits of depth. The discussion was deferred to after the presentations relative to the second term of reference to be taken on the second day.
- On the allocation of grids to be sampled, it was indicated that at first, 323 sampling points were assigned, equal to the total number of full and partial grids based on the relative area of the individual 10 X 10 grids. Once this was done, the remaining

distance de décalage de 3 km.

- Le variogramme correspond à la moyenne des variogrammes globaux calculée sur trois ans.
- Le krigeage avec dérive externe en utilisant la profondeur comme une variable explicative auxiliaire et externe (aux données d'échantillonnage) est utilisé pour l'interpolation locale des points de voisinage.
- Une grille régulière (100 par 100) est utilisée pour l'interpolation des densités.
- Le voisinage le plus proche (32 points) pour chaque point interpolé es utilisé avec un maximum de huit points par quadrant.
- Le polygone utilisé est de 44 302 $km^2$.
- Le krigeage par point est utilisé pour estimer l'abondance totale pour le polygone.
- Les intervalles de confiance sont basés sur une distribution log-normale après transformation de la variance globale de krigeage.

Points de discussion :

- Un participant du secteur de l'industrie déclare qu'il aurait été plus approprié de discuter d'abord des éléments biologiques et océanographiques étant donné que l'hypothèse selon laquelle la densité du crabe des neiges varie en fonction de la profondeur n'est soutenue ni par la biologie de cet animal ni par les observations faites sur le terrain. Il précise notamment que les effets de bordure qui sont censés être pris en compte par le krigeage avec dérive externe sont inexistants chez le crabe des neiges. En effet, on retrouve des concentrations de crabes à des niveaux profonds et peu profonds. La discussion est reportée. Celle-ci aura lieu après les présentations relatives au deuxième pojnt du cadre de référence qui doivent se dérouler le deuxième jour.
- En ce qui concerne l'allocation des grilles à échantillonner, on indique qu'au départ, 323 points d'échantillonnage ont été attribués. Ce chiffre correspond au nombre total de grilles complètes et partielles en fonction de la zone couverte par chacune

points were again distributed randomly among the grids. The result is that all the full grids have at least one sample point (97 of 166) and 69 have two points. For the partial grids, 65 of 157 do not have any samples, 65 have one sample and 27 have two samples.

des grilles de 10 sur 10. Par la suite, les points restants ont de nouveau été distribués de manière aléatoire entre les grilles. Par conséquent, sur les 166 grilles complètes, 97 ont au moins un point d'échantillonnage et 69 ont deux points. Quant aux 157 grilles partielles, 65 n'ont pas de point d'échantillonnage, 65 ont un point échantillonnage et 27 ont deux points d'échantillonnage.

- A description of the method used for assigning the points within the grids, after the December 2005 framework meeting, should be included in the document.

- Une description de la méthode utilisée pour l'affectation des points au sein des grilles, à la suite de la réunion cadre de décembre 2005, devrait être incluse dans le présent document.

- Regarding the random choice of stations within a grid: this was done once and the positions of the stations have been fixed since 2006.
    - There was a misunderstanding on the part of industry participants on this point. A fisherman would not set his traps at the same point every year because animals move. Moving a sampling effort a minor amount could result in very important differences in catches. For scientific sampling, the point is that the initial sampling point must be chosen randomly and there is nothing to be gained by re-assigning sampling points randomly within a grid every year.

- La sélection aléatoire des stations au sein d'une grille n'a eu lieu qu'une seule fois et les positions des stations sont fixes depuis 2006.
    - Ce point est à l'origine d'un malentendu au sein des participants du secteur de l'industrie. Un pêcheur ne placerait pas ses casiers au même endroit tous les ans étant donné que les crabes se déplacent. Une modification mineure de l'effort d'échantillonnage pourrait entraîner d'importants écarts en matière de prises. Pour l'échantillonnage scientifique, le point d'échantillonnage initial doit être choisi au hasard et le fait de réaffecter de manière aléatoire les points d'échantillonnage au sein d'une grille chaque année n'apporterait rien de plus.

- There was discussion around the preferred sampling plan of having one point in each grid, regardless of the size, and not having more than one point in any grid. This will be an item to be resolved and recommended by the meeting.
    - The best sampling estimate is based on one point per grid.

- La discussion a porté sur le plan d'échantillonnage préféré qui consiste à ce que chaque grille, quelle que soit sa taille, n'ait qu'un seul point. Ce point devra être traité et faire l'objet de recommandations à l'occasion de la réunion.
    - Le meilleur estimateur d'échantillonnage semble reposer sur un seul point par grille.

- On the question of sampling design, it was proposed that the edges where there are few crab and where the

- En ce qui concerne le plan d'échantillonnage, on avance l'hypothèse que les bordures sont sur-échantillonnées,

variance is likely small are being oversampled. Most often, the variance increases with the mean. It would be preferrable to sample more intensely places where the densities are higher because the variance of those estimates is likely higher.

  - On this point it was indicated that kriging does not require homogeneous sampling, the kriging weights can be estimated from heterogeneous data (mean that varies over the spatial space) but if the design is homogeneous, then you get a lower variance than if it is not homogenous.

là où il y a peu de crabes et où la variance est vraisemblablement faible. La plupart du temps, la variance croît avec la moyenne. Il serait préférable d'intensifier l'échantillonnage là où les concentrations sont plus fortes et où la variance des estimations est probablement plus grande.

  - À cet égard, on indique qu'il n'est pas nécessaire d'avoir un échantillonnage homogène pour le krigeage, car les estimations relatives aux poids de krigeage peuvent se baser sur des données hétérogènes (ce qui signifie qu'elles varient en fonction de l'espace). Toutefois, la variance est plus faible dans le cas d'un plan d'échantillonnage homogène que dans le cas d'un plan non homogène.

- The survey also samples different life stages of crab and some of these, such as juveniles and females, have different distributions from commercial adult male crab during the period of the survey.

- Le relevé échantillonne aussi les différents stades du cycle de vie du crabe et a montré que, durant la période du relevé, la répartition des jeunes et des femelles diffère de celle du crabe mâle adulte de taille commerciale.

- On the issue of hyper-concentrations of crab, differing information was discussed and based on published scientific papers. Hyper-concentrations of commercial male crab are expected in winter and early spring but they redistribute in summer and fall which is the period when the southern Gulf survey is conducted. Sampling a dispersed population (less heterogeneous population) is better from statistical standpoints.

- En ce qui concerne les fortes concentrations de crabe, la discussion porte sur des informations divergentes issues de documents scientifiques publiés. Ces fortes concentrations de crabe mâle adulte de taille commerciale sont normalement observées en hiver et au début du printemps. Ces crabes se redistribuent en été et en automne, période au cours de laquelle le relevé au sud du golfe a lieu. L'échantillonnage d'une population dispersée (population moins hétérogène) est meilleur d'un point de vue statistique.

- The choice to separate depth from the horizontal aspects of the sampling space should be discussed. There will be a presentation on alternate models that considers depth as a third dimension in the spatial characterization.

- Le choix qui consiste à distinguer les dimensions verticales et horizontales de l'espace d'échantillonnage devrait faire l'objet d'une discussion. Une présentation sera effectuée sur d'autres modèles qui considèrent la profondeur comme troisième dimension de la caractérisation spatiale.

- On the question of adjusting for the

- En ce qui concerne l'ajustement de la

curvature of the earth in the definition of the grids, a 10' by 10' square grid is used for the sampling design, i.e. the sampling grid cells are not regular in terms of surface area. However, the area of each grid is adjusted for the south to north decrease in true distance when the estimation of biomass is made.

grille en fonction de la courbe de la terre, le plan d'"échantillonnage repose sur un quadrillage de 10 minutes sur 10 minutes, c'est-à-dire que les cellules de cette grille ne sont pas de surfaces égales Toutefois, au moment de l'estimation de la biomasse, la surface de chaque grille est réajustée pour correspondre à la diminution de la distance réelle du sud vers le nord.

- Clarification was required on the proposal to use cross-validation (leave one out or jackknife) methods to evaluate the appropriateness of a model.

  - The model should not be chosen based on the size of the estimation variance.

  - Cross validation is used to assess the ability of the model to predict unknown values. It estimates the error distribution based on inferences from a model with n-1 observations which is not synonymous with estimating the error distribution of the observations that are used for model inference.

  - Cross-validation is appropriate as a metric of model selection as it inherently accounts for the complexity (degrees of freedom) of the model.

- Des éclaircissements ont été demandé sur la proposition qui vise à utiliser les méthodes de validation croisée (de type « leave-one-out » ou « jacknife ») pour déterminer la pertinence du modèle.

  - Le choix du modèle ne devrait pas se baser sur la taille de la variance d'estimation.

  - La validation croisée sert à évaluer la capacité du modèle à prévoir les valeurs inconnues. Elle évalue la distribution de l'erreur en tenant compte des inférences à partir d'un modèle et des observations « n-1 », ce qui n'est pas la même chose que d'évaluer la distribution de l'erreur des observations qui servent à l'inférence du modèle.

  - La validation croisée est appropriée en tant que métrique pour la sélection du modèle, car elle prend en compte de façon inhérente la complexité (degrés de liberté) du modèle.

- On the issue of timing of the survey, the present survey takes place over approx. three months. The issue to be considered is whether snow crab which are mobile are appropriate for lattice sampling over such an extended period of time.
  - The objective of the assessment is to provide an estimate of the stock prior to the period of exploitation. The compromise due to environmental conditions, fishing activities and logistic constraints is to conduct the survey in late summer and early autumn. Further efforts need to be

- Considérant la période de relevé, sa réalisation s'étend sur environ trois mois. La question est de savoir si le crabe des neiges, qui se déplace, peut être échantillonné à partir d'une grille sur une aussi longue période.

  - L'objectif de l'évaluation est de fournir une estimation des stocks avant la période d'exploitation. Les conditions environnementales, les activités de pêche et les contraintes logistiques nécessitent de faire un compromis, qui consiste à effectuer le relevé à la fin de l'été et au début de l'automne. Des

made to reduce the time it takes to conduct the survey .

- Tagging studies indicate that snow crab do move and individuals are capable of extensive (10s of kms) movements in a short time period. But it is not known what proportion of the population moves and what the impacts of the movements are on the sampling design assumptions.

efforts supplémentaires doivent être déployés pour réduire le temps nécessaire pour effectuer le relevé.

- Les études par marquage indiquent que le crabe des neiges se déplace et qu'il est capable de parcourir de grandes distances (dizaines de kilomètres) en peu de temps. Toutefois, on ignore quelle est la proportion de la population qui se déplace et quelles sont les répercussions des déplacements sur les hypothèses du plan d'échantillonnage.

**Presentation 2.**
**Bez, N. 2011. Note on Ordinary Kriging and Kriging with external drift in the context of snow crab direct estimation. Working Paper WP08**

The working paper was prepared for TOR 1.b.i.

Summary points of the presentation and working paper:

- Kriging is a weighted average of the observations where the weights are chosen to ensure minimum estimation variance.
- The variogram is a variance processor. It allows computing the variance of any linear combination (LC) of the target variable (provided that the sum of the weight of the LC is zero). Second, the variance between two values depends only on their geographical distance.
- There is a connection between the various types of kriging (simple, ordinary and using an external drift). The different types of kriging are best considered as a continuum rather than sharp alternatives.
- In simple kriging, the mean is known and assumed constant over space (i.e. over the study field or over the

**Présentation n° 2.**
**Bez, N. 2011. Remarque sur le krigeage ordinaire et le krigeage avec dérive externe dans le contexte de l'estimation directe liée au crabe des neiges. Document de travail 08.**

Le document de travail a été préparé pour la sous-section 1.b)(i) du cadre de référence.

Points récapitulatifs de la présentation et du document de travail

- Le krigeage est une moyenne pondérée des observations où les poids sont choisis pour assurer une variance d'estimation minimale.
- Le variogramme est une fonction utilisée pour la variance. Il permet de calculer la variance pour n'importe quelle combinaison linéaire de la variable étudiée (à condition que la somme de la pondération de la combinaison linéaire soit égale à zéro). En second lieu, la variance entre deux valeurs dépend uniquement de la distance géographique qui les sépare.
- Il existe un lien entre les différents types de krigeage (simple, ordinaire et avec dérive externe). Il convient de considérer les différents types de krigeage comme un continuum plutôt que comme des solutions distinctes.
- Dans le krigeage simple, la moyenne est connue et supposée constante dans l'espace (c'est-à-dire sur l'aire d'étude ou

neighbourhood).

- Relaxing the assumption that the mean is known can be done progressively. First, one can assume that at the scale of the neighbourhood (local or global) the mean is constant but unknown. The weights will then be chosen so that this unknown is filtered out. This is done by Ordinary Kriging. As a matter of fact, within all the possible sets of weights, we now have to choose the one which respects two constraints, i.e. minimum estimation variance and summation to one.

- A step further in relaxing the constraints on the mean, is to postulate some functional form for the mean. This can be a function of space in which case one performs Universal kriging. This can also be a function of an external variable leading to the Kriging with external drift. In each case the principle is the same. We fix the shape of the functional link between the external variable and the expected value of the response variable but we consider that the parameters are unknown and/or variable in space. The weights are thus chosen so that the drift is systematically filtered out which is translated into additional constraints on the kriging weights and thus another deterioration of the estimation variances.

- There is an ordinal relationship between the estimation variances of simple kriging, ordinary kriging, and kriging with an external drift. The latter is necessarily larger than the formers.

- Kriging with external drift is used for moving neighbourhood and local estimations. The integral of the interpolated maps remains an estimate

sur le voisinage).

- L'assouplissement de l'hypothèse selon laquelle la moyenne est connue peut se faire de manière progressive. Premièrement, on peut partir du principe qu'à l'échelle du voisinage (local ou global), la moyenne est constante, mais qu'elle n'est pas connue. Les poids seront ensuite choisis de manière à filtrer ce facteur inconnu. Pour ce faire, on a recours au krigeage ordinaire. En fait, parmi tous les ensembles de poids possibles, on doit désormais choisir celui qui respecte deux contraintes, c'est-à-dire la variance minimale d'estimation et la sommation à un.

- Une autre étape de l'assouplissement des contraintes qui pèsent sur la moyenne consiste à établir un postulat quant à la forme fonctionnelle pour la moyenne. Il peut s'agir d'une fonction de l'espace, auquel cas on procède au krigeage universel. Il peut également s'agir d'une fonction relative à une variable externe faisant intervenir le krigeage avec dérive externe. Dans les deux cas, le principe est le même. On détermine la forme du lien fonctionnel entre la variable externe et la valeur probable de la variable dépendante, mais en tenant compte du fait que les paramètres sont inconnus et qu'ils varient dans l'espace. Les poids sont alors choisis de sorte que la dérive soit systématiquement filtrée, ce qui se traduit par d'autres contraintes pour les poids de krigeage et, de ce fait, par une dégradation supplémentaire des variances d'estimation.

- Il existe une relation ordinale entre les variances d'estimation dans le cadre du krigeage simple, du krigeage ordinaire et du krigeage avec dérive externe. Ce dernier est nécessairement plus large que les autres.

- Le krigeage avec dérive externe est utilisé pour l'estimationd'un voisinage mobile et pour l'estimation locale. L'intégrale des cartes interpolées reste une estimation du

of the total.

- Local estimation is estimation using data points belonging to a moving neighbourhood of fixed size and characteristics.

- Global estimation is estimation using all the data as a whole, equivalent to one and unique neighbourhood.

- Model characteristics and assumptions (e.g. homogeneity of mean and variance) apply at the respective local and global scales.

- When using a moving neighbourhood, the average of the local kriging estimates over a polygon is close to the kriged estimate over that polygon obtained with a unique neighbourhood. This remains true as long as the moving neighbourhood is not too small (i.e. larger than the range of the variogram).

- This does not hold for estimation variances. Global estimation variances must be computed adequately. One can consider two global estimation variances:

    - the estimation variance associated to the arithmetic mean

    - the estimation variance associated to the global kriging

    - the two differ in theory especially when the geometry of the sampling is not homogeneous (unless there is no spatial structure). Both require caution on the relevant level of discretisation used to perform computations.

- In the case of no spatial structure, kriging amounts to the arithmetic mean (traditional statistics applies). In this case, homogeneity of mean and

total.

- L'estimation locale est une estimation qui se base sur les points de données appartenant à un voisinage mobile dont la taille et les caractéristiques sont définies.

- L'estimation globale est une estimation qui repose sur l'ensemble des données et qui équivaut à un voisinage unique.

- Les caractéristiques et les hypothèses relatives au modèle (p. ex. l'homogénéité de la moyenne et de la variance) s'appliquent respectivement aux échelles locales et globales.

- Dans le cadre d'un voisinage mobile, la moyenne des estimations locales pour le krigeage sur un polygone est proche de l'estimation par krigeage du polygone avec un voisinage unique. C'est le cas tant que le voisinage mobile n'est pas trop petit (c.-à-d. plus grand que la portée du variogramme).

- Cela ne s'applique pas aux variances d'estimation. Les variances d'estimation globale doivent être calculées de manière adéquate. On peut alors prendre en compte deux variances d'estimation globale :

    - la variance d'estimation associée à la moyenne arithmétique;

    - la variance d'estimation associée au krigeage global.

    - les deux variances diffèrent en théorie, notamment lorsque les caractéristiques géométriques de l'échantillonnage ne sont pas homogènes (sauf en l'absence de structure spatiale). Toutes deux nécessitent de la prudence sur le degré approprié de discrétisation utilisée pour les calculs.

- Lorsqu'il n'y a pas de structure spatiale, le krigeage équivaut à la moyenne arithmétique (les données statistiques traditionnelles s'appliquent). Dans ce cas,

variance is also assumed and the estimation variance decreases as 1/N.

- Variogram fitting, optimal determination of model parameters, should be done by least squares with systematic visual check of the results. Cross-validation is an approach that could be considered for evaluating appropriateness of variogram fits.

Points of discussion.

- The nugget effect (origin > 0) observed in the snow crab data is due to the small scale variations in abundance and sampling error.

- A case was made for using variograms which are averaged over a number of years, because it is the phenomenon of the spatial covariance which can be averaged over years, and which is of interest in kriging, not the actual distributions or concentrations of crab.

    - The hypothesis is that the mean and the variance are constant over the sampling space. This can be relaxed by saying that mean and variances are stable for a local neighborhood, so stability can also be achieved at the local scale.

    - What matters is not the scale of the variogram, it is the shape of the variogram. Even if it were to change from area to area, the shape of the spatial covariance structure would be constant.

- In the example of the snow crab data, the results of biomass estimates are similar for the arithmetic mean, for ordinary kriging and KED with a depth

on suppose également que la moyenne et la variance sont homogènes et la variance d'estimation diminue en fonction de 1/n.

- L'ajustement du variogramme et la détermination optimale des paramètres du modèle pourraient ou devraient être effectués selon une méthode des moindres carrés, avec une vérification visuelle systématique des résultats. La validation croisée est une approche qui pourrait être retenue pour définir la pertinence des ajustements du variogramme.

Points de discussion :

- L'effet de pépite (origine > 0) observé dans les données relatives au crabe des neiges est dû aux légères variations dans l'abondance et à l'erreur d'échantillonnage.

- On propose d'utiliser des variogrammes dont la moyenne est établie sur un certain nombre d'années, car c'est le phénomène relatif à la covariance spatiale qui peut faire l'objet d'une moyenne au fil des ans et qui présente un certain intérêt dans le krigeage, et non pas les répartitions ou les concentrations actuelles de crabe.

    - L'hypothèse avancée est que la moyenne et la variance sont constantes sur l'ensemble de l'espace d'échantillonnage. On peut assouplir cette hypothèse en disant que si la moyenne et les variances sont stables pour un voisinage local, alors elles peuvent également être stables à l'échelle locale.

    - Ce qui importe, ce n'est pas l'échelle du variogramme, mais la forme de ce dernier. Même si l'échelle devait changer d'une zone à une autre, la forme de la structure de covariance spatiale resterait la même.

- Si on prend l'exemple des données sur le crabe des neiges, les résultats des estimations relatives à la biomasse sont semblables pour la moyenne arithmétique,

variable. If so, what is the interest in using more complex characterization of the data distribution?

- If the methods give the same answer, in terms of the average, it is because the data are homogenous over the sampled space. The interest in these methods is not to estimate the mean but to estimate the variance of the phenomenon, in particular to account for covariance, and if there is, then each point in the sampled set does not carry the same weight in the estimate.

- A participant indicated that if there are observed differences between the arithmetic mean and the kriging values, then a bias has been introduced. A source of that could be how the trawling was conducted, although this argument does not make sense as the data contains no information on this. The spatial structure is inferred from the observations and the observations used in the arithmetic mean or the kriging estimate are identical.

- Kriging is also good for mapping and making local estimates, which has practical interest for the industry and management.

- The errors in the variogram estimate are not included in any of the models presented and if this was done the uncertainty would be larger.

- In the snow crab estimation model used by DFO, point kriging on a fine scale (100 by 100 grid) is conducted and the estimate for the polygon is

le krigeage ordinaire et le krigeage avec dérive externe utilisant une variable liée à la profondeur. Par conséquent, quel est l'intérêt d'utiliser une caractérisation plus complexe pour la distribution des données?

- Si les différentes méthodes aboutissent à la même conclusion en terme de moyenne, c'est parce que les données sont homogènes dans l'espace d'échantillonnage. L'intérêt de ces méthodes n'est pas de fournir une estimation de la moyenne, mais de mesurer la variance du phénomène et de fournir notamment une explication pour la covariance, auquel cas chaque point de l'ensemble échantillonné présente une pondération différente dans l'estimation.

- Un participant indique que l'on peut observer des différences entre la moyenne arithmétique et les valeurs du krigeage, ce qui signifie qu'un biais a été introduit. L'une des raisons pourrait être la manière dont le chalutage a été effectué bien que cet argument ne soit pas pertinent. En effet, les données ne continennent aucun renseignement sur le chalutage. La structure spatiale est inférée à partir des observations, et les observations utilisées pour établir la moyenne arithmétique ou l'estimation du krigeage sont identiques.

- Le krigeage est également un bon moyen d'établir des représentations cartographiques et de réaliser des estimations à l'échelle locale, ce qui présente un intérêt pratique pour l'industrie et la gestion.

- Les erreurs dans l'estimation du variogramme ne sont incluses dans aucun des modèles présentés. Si cela était fait, l'incertitude serait plus grande.

- Dans le modèle utilisé par le MPO pour l'estimation du stock de crabe des neiges, le krigeage par point sur une petite échelle (grille de 100 par 100) est

based on the integration over all the points. The kriging variance is determined using all the points (block kriging), which is theoretically correct. Note however that under local neighbourhood, we assume stable mean and variance at the local scale and characterize the variance of the estimate based on the entire polygon which means we actually assume that variance is stable over the entire area.

- Estimation variance from kriging is not the same as the variance of the mean. Both quantities consider the covariance structure of the field, but kriging variance also considers the size and shape of the estimated polygon and the location of data with respect to the polygon.

effectué et l'estimation pour le polygone se base sur l'intégration de tous les points. On utilise tous les points pour définir la variance du krigeage (krigeage par blocs), ce qui est correct d'un point de vue théorique. Il faut préciser toutefois que, dans le cadre d'un voisinage local, on suppose que la moyenne et la variance sont stables à l'échelle locale et que la variance d'estimation est caractérisée en fonction de l'ensemble du polygone, ce qui signifie que l'on part du principe que la variance est stable dans toute la zone.

- La variance d'estimation à partir du krigeage n'est pas la même que la variance de la moyenne. Les deux quantités tiennent compte de la structure de covariance du terrain, mais la variance du krigeage prend également en considération la taille et la forme du polygone et l'emplacement des données relativement au polygone.

**Presentation 3.**
**Conan, G. 2011. Contexte statistique, géostatistique et statistiques spatiales. Working Paper IND-DT05**

The presentation summarized basic information on estimation of the mean as well as estimation of the mean with variance corrected for spatial covariance, which is equivalent to what is obtained by kriging. The arithmetic mean calculation should be based on points within the estimation polygon which is different from the mean of the sampling points within the present sampling design used by DFO. The surface areas should be based on the spherical form of the earth (see points in presentation 1 above). A summary of the proposed methods applied to the data from 2006 and 2010 was provided. The variogram is adjusted by eye and the variance of the observations is used to set the sill to make sure it does not contravene the observations. There is no accommodation for a nugget effect as a nugget effect

**Présentation n° 3.**
**Conan, G. 2011. Contexte statistique, géostatistique et statistiques spatiales. Document de travail IND-DT05.**

La présentation résume des renseignements de base portant sur l'estimation de la moyenne et sur l'estimation de la moyenne avec une variance corrigée pour la covariance spatiale, ce qui fournit des résultats équivalents à ceux obtenus dans le cadre du krigeage. Le calcul de la moyenne arithmétique devrait se baser sur les points du polygone d'évaluation et non sur les points du polygone d'échantillonnage. Le calcul des surfaces devrait se baser sur la forme sphérique de la terre (voir les points de la présentation n° 1 ci-dessus). On fournit un résumé des méthodes proposées pour le calcul des données de 2006 à 2010. l'ajustement du variogramme se fait à l'œil nu et la variance des observations est utilisée pour définir le seuil de sorte qu'il n'aille pas à l'encontre des observations. Il exclut l'effet de pépite car ceci représente l'erreur

represents sampling error. The density maps are generated in vector graphics so they can be used directly with marine charts. On occasion, problems of inversion of a matrix are encountered and this is diagnosed by examining the determinant of the matrix.

A number of questions and comments were raised.

- On the point of the acceptance of a nugget effect and its consequences, it was indicated that a nugget effect should be the default assumption as there can clearly be heterogeneity at the local scale, for whatever reason including sampling variability, not necessarily sampling error.

- On the adjustment of the variogram, it is not clear on what basis one would fit a variogram by eye. Clearly there has to be an objective function, which remains undefined, that is used. How does one judge that the fit is appropriate? If these criteria can be defined, then an objective function can be written. The most important information is that near the origin, as those at long distance have little effect.

- The singularity issue, reported by the presenter, is a rare issue based on the experience of other participants. It is more likely in cases where it is assumed that there is no nugget effect but if a nugget effect is assumed, then the singularity problem should not arise.

d'échantillonnage. Les cartes de densité sont générées sous forme d'images vectorielles de façon à pouvoir être utilisées directement avec les cartes marines. Occasionnellement, des problèmes liés à l'inversion d'une matrice surviennent et sont mis en évidence par l'analyse du déterminant de la matrice.

Un certain nombre de questions et de commentaires ont été soulevés.

- En ce qui concerne l'acceptation d'un effet de pépite et de ses conséquences, on indique qu'un effet de pépite devrait être envisagé comme hypothèse par défaut étant donné qu'il peut clairement y avoir des données hétérogènes à l'échelle locale pour de multiples raisons, y compris la variabilité d'échantillonnage, et non pas nécessairement à cause d'une erreur d'échantillonnage.

- Sur l'ajustement du variogramme, on ignore encore sur quelle base cet ajustement à l'œil nu se fonderait. De toute évidence, il faut avoir recours à une fonction objective, qui n'est pas définie pour le moment. Sur quoi se baser pour juger qu'un ajustement est approprié? Si l'on parvient à définir ces critères, alors on pourra mettre au point une fonction objective. Les renseignements les plus importants sont ceux qui se situent près du point d'origine, car les points les plus éloignés n'ont que peu d'influence.

- Le présentateur note que la question de la singularité est un problème rare, selon l'expériece des autres participants. Ce problème à davantage de chances de se produire lorsque l'on assume qu'il n'y a pas d'effet de pépite. Si l'on considère qu'il y a un effet de pépite, aucun problème de singularité ne devrait se poser.

**Presentation 4.**
**Wade, E., et al. 2011. Assessment methods used in snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock in the southern Gulf of St. Lawrence. (part 1). Working Paper WP01.**

DFO also analyzed the 2006 and 2010 data using the methods presently used for the assessment and based on the recommendations of the 2005 framework meeting. Diagnostics of model fits based on cross-validation are provided in the working paper which confirm the analyses of Surette et al. (2007) that kriging with external drift provides lower mean square error than ordinary kriging. The analyses cannot be compared directly with those of the industry consultant presented above as no cross-validation diagnostics were provided by him.

The first day wrapped up with some outstanding points that would be discussed later in the week as more information is presented. A number of questions remain to be resolved:

- sampling: is it adequate or not? Mixed points of view, the coverage is so intense, results are similar. Other points of view are that there are improvements to be made on the sampling design although the adjustments are minor.

- On variograms : how to adjust (number of points and distance) and the effect of a nugget or not.

    - What about multi-year averaging?

    - What about KED with depth as the auxiliary variable and its application.

**Présentation n° 4.**
**E. Wade *et al.* 2011. Méthodes d'évaluation utilisées pour le stock de crabes des neiges *Chionoecetes opilio* dans le sud du golfe du Saint-Laurent. (partie 1). Document de travail 01.**

Le MPO a également analysé les données de 2006 et 2010 en se servant des méthodes actuelles d'évaluation et en se basant sur les recommandations émises lors de la réunion cadre de 2005. Les diagnostics d'ajustement du modèle reposant sur la validation croisée sont fournis dans le document de travail et viennent confirmer les analyses effectuées par Surette *et al.* (2007) selon lesquelles l'erreur quadratique moyenne est plus faible dans le cadre du krigeage avec dérive externe que dans le cadre du krigeage ordinaire. On ne peut pas comparer directement les analyses avec celles de l'expert-conseil de l'industrie qui sont présentées plus haut étant donné que ce dernier n'a fourni aucun diagnostic de validation croisée.

La première journée s'est achevée avec plusieurs points en suspens, qui devraient être discutés plus tard dans la semaine étant donné que d'autres informations sont présentées. Il reste à résoudre un certain nombre de questions :

- L'échantillonnage est-il adéquat ou non? Les points de vue sont variés, mais compte tenu de l'intensité de la couverture d'échantillonnage, les résultats sont similaires. D'autres points de vue font valoir l'idée qu'il faut améliorer la conception de l'échantillonnage, même si les ajustements à effectuer sont mineurs.

- Variogrammes : Comment procéder à l'ajustement (nombre de points et distance) et faut-il prendre en compte l'effet de pépite ou pas?

    - Qu'en est-il de l'utilisation d'une moyenne sur plusieurs années?

    - Qu'en est-il du krigeage avec dérive externe, utilisant la profondeur comme

variable auxiliaire, et de ses applications?

- All the summary points in presentation 1 above need to be reviewed and conclusions provided.

- Tous les points récapitulatifs de la présentation n° 1 ci-dessus doivent être examinés et des conclusions doivent être apportées.

**November 22, 2011**

**Le 22 novembre 2011**

The second day opened with some clarifications on the previous day's presentations.

La deuxième journée débute par des éclaircissements au sujet des présentations effectuées la journée précédente.

Further details were provided on how kriging with external drift is conducted presently in the assessment. One of the recommendations of the 2005 framework review was to use a secondary variable for which the structure was better known. A relationship often occurs locally between density of snow crab and depth. Rather than kriging at unknown locations using the global mean, a local mean is used.

Des détails supplémentaires sont fournis sur la manière dont le krigeage avec dérive externe est effectué dans le cadre de l'évaluation. L'une des recommandations de l'examen cadre de 2005 visait à utiliser une variable secondaire dont on connaissait mieux la structure. Il y a souvent une relation à l'échelle locale entre la densité du crabe des neiges et la profondeur. Plutôt que d'effectuer le krigeage à des endroits inconnus en utilisant la moyenne globale, on a recours à une moyenne locale.

Presentations and discussion continued relative to TOR 1.

Les présentations et les discussions se poursuivent autour du point 1 du cadre de référence.

**Presentation 5.**
**Conan, G. Exemple numérique illustrant le choix d'une méthode d'échantillonnage et de traitement des données. Working paper IND-DT02.**

**Présentation n° 5.**
**Conan, G. Exemple numérique illustrant le choix d'une méthode d'échantillonnage et de traitement des données. Document de travail IND-DT02.**

The presentation summarized the working document that used a theoretical example to make the point that sampling using a systematic grid with the sampling location within the grid chosen randomly is a better sampling design than random sampling. By using an artificial example along a simulated sampling transect, the case is made that using a complex model can lead to important errors when extrapolating outside the sampled area and in some cases the arithmetic mean can produce a less biased result than more complex models. It is argued that there is no association between depth and snow crab density and assuming so by kriging with external drift with depth as

La présentation résume les document de travail qui se fonde sur un exemple théorique afin de faire valoir l'argument selon lequel la conception de l'échantillonnage qui repose sur une grille systématique avec positionnement aléatoire des échantillons au sein de la grille est un meilleur plan que l'échantillonnage aléatoire. L'utilisation d'un exemple fictif avec un transect d'échantillonnage simulé démontre qu'un modèle complexe peut entraîner d'importantes erreurs lorsque l'on extrapole à l'extérieur de la zone d'échantillonnage et que, dans certains cas, la moyenne arithmétique peut donner un résultat moins biaisé que des modèles plus complexes. On

the auxiliary variable is wrong.

Points of discussion after the presentation included the following:

- It was not clear to some participants what the purpose of the presentation or what the conclusions were. There was no argument that using a complex model adjusted using data from a limited sampling space could result in large errors when extrapolating outside the sampled area.

- It is often stated that kriging is an exact interpolator and this is true provided there is no nugget effect. Once a nugget effect is accepted, then the interpolation is not exact. The larger the nugget effect, the less weight is given to observations which are spatially close which results in a broad smoothing function. In the case where there is no spatial covariance, the observations are independent on the spatial dimension and the "nugget" value is the variance.

- The DFO method of using local neighbourhood to do point kriging is technically correct.

- There was agreement that sampling points within a grid should be chosen randomly. That is what has been done for the DFO sampling design.

- On the issue of the association between depth and snow crab density, one should look at more than simply the scatter plot. It is the expected value of density conditional on depth which is of interest, and for the southern Gulf such a conditional relationship exists. Even

fait valoir qu'il n'y a aucun lien entre la profondeur et la densité du crabe des neiges et qu'assumer l'existence d'un tel lien lors du krigeage avec dérive externe et la profondeur comme variable auxiliaire est erroné.

Les points de discussion sur la présentation incluent les suivants :

- Certains participants ne distinguent pas clairement les objectifs et les conclusions de la présentation. On ne conteste pas le fait que l'utilisation d'un modèle complexe ajusté à des données correspondant à un espace d'échantillonnage restreint puisse entraîner d'importantes erreurs lorsque l'on extrapole à l'extérieur de la zone d'échantillonnage.
- On affirme souvent que le krigeage est un interpolateur exact. Cette affirmation est vraie tant qu'il n'y a pas d'effet de pépite. À partir du moment où l'on accepte qu'il y a un effet de pépite, l'interpolation devient inexacte. Plus l'effet de pépite est grand, plus le poids accordé aux observations proches sur un plan spatial est faible, ce qui entraîne une large fonction de lissage. Dans le cas où il n'y a pas de covariance spatiale, les observations sont indépendantes sur le plan de la dimension spatiale et la valeur de « pépite » correspond à la variance.

- La méthode du MPO qui consiste à recourir à un voisinage local pour réaliser le krigeage par point est correcte d'un point de vue technique.

- On convient que les points de l'échantillonnage au sein d'une grille devraient être choisis de manière aléatoire. C'est la méthode qui a été retenue dans la cadre de la conception de l'échantillonnage du MPO.

- En ce qui concerne l'association entre la profondeur et la densité du crabe des neiges, on devrait pousser l'analyse au-delà du graphique de dispersion. C'est la valeur probable de la densité conditionnelle à la profondeur qui présente un intérêt, et pour le sud du

fishing has trends with depth. More information regarding variability of snow crab density and depth would be provided in other presentations during the meeting.

golfe, une telle relation conditionnelle existe bien. Même la pêche montre des tendances liées à la profondeur. De plus amples renseignements au sujet de la variabilité de la densité du crabe des neiges et de la profondeur devraient être fournis à l'occasion d'autres présentations durant la réunion.

- As to the estimation of the variance and the confidence intervals for the total abundance, it was indicated that it was not clear what DFO used as the variance estimate. It was clarified that the estimate of abundance is derived using point kriging with external drift (local estimation) and that the variance is derived based on block (polygon) kriging where all the sampling points are included.

- Relativement à l'estimation de la variance et aux intervalles de confiance pour l'abondance totale, on indique ne pas savoir exactement quelle valeur le MPO a utilisée pour l'estimation de la variance. On précise que l'estimation de l'abondance est obtenue à partir du krigeage par point avec dérive externe (estimation locale) et que le calcul de la variance se base sur le krigeage par blocs (polygone) où tous les points d'échantillonnage sont pris en compte.

**Presentation 6.**
**Conan, G. Une Proposition Pour Optimiser La Stratégie d'échantillonnage, La Cartographie, Les Estimations Pour l'aménagement Rationnel Des Stocks. IND-DT03**

**Présentation n° 6.**
**Conan, G. Une proposition pour optimiser la stratégie d'échantillonnage, la cartographie, les estimations pour l'aménagement rationnel des stocks. Document IND-DT03.**

The presentation summarized the working document that described a technique for optimizing the sampling routine, by optimizing the location of sampling units for enhancing precision and avoiding bias using geostatistics. The sailing time and sampling sequence are optimized using an annealing technique for searching for the shortest route to all stations. The choice of the size of the sampling grid and the number of stations sampled are made based on a pre-agreed level of precision.

La présentation résume le document de travail qui décrit une technique permettant d'optimiser la routine d'échantillonnage, en optimisant l'emplacement des unités d'échantillonnage pour une plus grande précision et en évitant les biais grâce à la géostatistique. L'heure de départ et la séquence d'échantillonnage sont optimisées à l'aide d'une méthode d'algorithme itératif dite du « recuit », qui permet de rechercher l'itinéraire le plus court vers chaque station. Le choix relatif à la taille de la grille d'échantillonnage et au nombre de stations échantillonnées dépend du degré de précision prédéfini.

Points of discussion after the presentation included the following:

Les points de discussion sur la présentation incluent les suivants :

- In the present DFO snow crab survey, there is no subsampling of the crab catch. In some cases, there can be large

- Dans le présent relevé sur le crabe des neiges effectué par le MPO, il n'y a pas de sous-échantillonnage des prises de crabe.

numbers of crab of all sizes which are captured, which must be sorted from the catch and sampled which extends the time required to process the catch. In addition, sampling of bycatch of other species is now included. These considerations lengthen the time required for processing the catch. Although the period of the DFO survey extends over about three calendar months, the actual number of days at sea are much less than that.

Dans certains cas, le nombre de crabes de toutes tailles qui sont capturés peut être très élevé. Il faut donc trier les crabes et procéder à un échantillonnage, ce qui augmente le temps de traitement des prises. À cela vient s'ajouter l'échantillonnage des autres espèces qui font l'objet de prises accessoires. Tous ces facteurs ont pour conséquence l'augmentation du temps de traitement des prises. Bien que le relevé effectué par le MPO s'étende sur une période d'environ trois mois de calendrier, le nombre réel de jours en mer est bien inférieur.

- The following points were agreed:

  - There is no objection to reviewing the sampling design for the survey to optimize the time at sea and the value of the information collected along the lines proposed by the presenter.

  - The current DFO sampling plan respects a number of sampling hypotheses (random selection of stations within the grid cells) and is correct although not necessarily optimal. A potential alternate proposal is to redistribute the points by assigning only one station per grid. This will result in a gain in precision but the gain may be small; the example shown suggested that the gain was about a 10% reduction in the standard deviation which is a relatively minor gain in precision given that the coefficient of variation is presently at 10% or less. However a change in sampling design must be taken into account prior to the analysis.

  - If the sampling design is changed for 2012 and beyond, this should not result in any discontinuity in the time series provided the choice of stations sampled is random.

- On s'entend sur les points suivants :

  - Aucune objection n'est formulée quant à la révision de la conception de l'échantillonnage pour le relevé dans le but d'optimiser le temps en mer et la valeur des données recueillies, tel que proposé par le présentateur.

  - Même s'il n'est pas nécessairement optimal, le présent plan d'échantillonnage du MPO respecte plusieurs hypothèses en matière d'échantillonnage (sélection aléatoire des stations dans les cellules de grille) et il est correct, même s'il n'est pas nécessairement optimal. Une autre proposition consisterait à réaffecter les points en attribuant une seule station par grille. On pourrait ainsi gagner en précision, même si le gain obtenu pourrait se révéler faible. L'exemple donné suggère un gain correspondant à une réduction de 10 % de l'écart-type, soit un gain relativement faible compte tenu du fait que le coefficient de variation est actuellement de 10 % ou moins. Toutefois, il faut envisager d'apporter un changement au plan d'échantillonnage avant de procéder aux analyses.

  - La modification du plan d'échantillonnage pour 2012 et les années suivantes ne devrait pas aboutir à la discontinuité de la série chronologique tant que les stations sont

- An external (to DFO) reviewer indicated that there had been a lot of discussions on some of the problems with the current program but so far no evidence or findings were presented that would indicate that the survey design and sampling data were inadequate or inappropriate for estimating the biomass of snow crab for the southern gulf. It seems the present paper on sampling design was an answer seemingly in search of a question.

choisies de manière aléatoire.

- Un examinateur externe (au MPO) indique que de nombreuses discussions ont eu lieu concernant certains des problèmes liés au programme actuel, mais que, jusqu'à présent, aucune preuve ou découverte n'a permis d'établir que le plan du relevé et les données d'échantillonnage sont inadéquates ou inappropriées pour l'estimation de la biomasse du crabe des neiges dans le sud du golfe. Il semble que le présent document portant sur le plan d'échantillonnage cherche à donner une réponse à une question qui ne se pose pas

**TOR 1.b.ii. ii. Alternate estimation models**

Four presentations were made that described alternate approaches to those presently used by DFO for assessing the snow crab resource from the southern Gulf of St. Lawrence. The presentations were taken in the following order:

WP05 - Surette, T. Spatial prediction of local snow crab density using mixed modelling.

WP08- Choi, J. Methodological overview of the snow crab assessment in the Maritimes Region (4VWX).

WP09 – Evans, G. Local-influence estimate of probability distributions applied to southern Gulf snow crab biomass.

WP11 – Cadigan, N. Preliminary investigations into standardizing the 4T snow crab bottom-trawl survey index

**Cadre de référence 1.b.ii. ii. Autres modèles d'estimation**

Quatre présentations sont effectuées. Elles décrivent d'autres approches que celles actuellement utilisées par le MPO pour l'évaluation de la ressource de crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent. Les présentations se déroulent dans l'ordre suivant :

Document de travail 05 – Surette, T. Prédiction spatiale de la densité locale du crabe des neiges à partir d'une modélisation mixte.

Document de travail 08- Choi, J. Aperçu de la méthodologie relativement à l'évaluation du crabe des neiges dans la région des Maritimes (4VWX).

Document de travail 09 – Evans, G. Estimation de l'influence locale de la distribution des probabilités appliquées à la biomasse du crabe des neiges dans le sud du golfe.

Document de travail 11 – Cadigan, N. Travaux préliminaires visant la normalisation de l'indice relatif au relevé au chalut de fond sur le crabe des neiges dans la division 4T.

**Surette, T. 2011. Spatial prediction of local snow crab density using mixed modelling. Working Paper WP05.**

From a set of observed point-densities, we seek to infer the total quantity of trawlable biomass of snow crab over a specified geographic area. An analytical approach which models the relationship between local density and geographic covariates as well as its inter-annual variability is proposed. Residual spatial correlation is incorporated as a Gaussian process. A parametric regression model is developed which seeks to predict local densities using water depth, while taking into account the variance structure of unobserved or latent processes, in the form of random effects. As a preliminary exercise, we explore the empirical relationship between the mean observed densities, the sample error and depth. We then focus our attention on the proportion of positive-valued densities (i.e. presence/absence data) and its relation to depth and interannual variability. We will first model the probability that a local density is non-zero, then conditionally model the density given this probability. Both models employ water depth as a covariate. The relationship between the depth covariate and the responses is nonlinear therefore spline basis functions are used to linearize the relationships. The form assumed for the spatial effect is that of a realization from a Gaussian process with zero mean and covariance function dependent upon the physical distance between pairs of points within the study region. Spatial random effects are included as variants of the model. Akaike Information Criterion (AIC) values are used to assess parsimony and model fits. The model that combines the presence/absence and the log-density model with depth as a conditional variable of density and spatial covariance had the lowest AIC value.

**Surette, T. 2011. Prédiction spatiale de la densité locale du crabe des neiges à partir d'une modélisation mixte. Document de travail 05.**

À partir d'un ensemble de densités par point observées, on cherche à évaluer la quantité totale de biomasse chalutable de crabe des neiges sur une zone géographique précise. On propose une approche analytique qui vise à établir un modèle de la relation entre la densité locale et les covariables géographiques ainsi que de la fluctuation de cette relation d'une année à l'autre. La corrélation spatiale résiduelle est incorporée en tant que processus gaussien. Un modèle de régression paramétrique est mis au point, il tente de prédire les densités locales en se basant sur la profondeur de l'eau, tout en tenant compte de la structure de la variance pour les processus non observés ou latents, sous la forme d'effets aléatoires. À titre d'exercice préliminaire, on explore la relation empirique entre la moyenne des densités observées, l'erreur d'échantillonnage et la profondeur. on se concentre ensuite sur la part des densités à valeur positive (p. ex. données sur la présence/absence) et sur leur relation avec la profondeur et la fluctuation d'une année à l'autre. on établit d'abord un modèle pour la probabilité qu'une densité locale ne soit pas nulle, puis on modélise conditionnellement la densité en tenant compte de cette probabilité. Les deux modèles utilisent la profondeur de l'eau comme covariable. La relation entre la covariable « profondeur » et les réponses étant non linéaire, on a recours aux fonctions de base splines pour linéariser la relation. La forme supposée de l'effet spatial est celle obtenue à partir du processus gaussien où la moyenne est nulle et la fonction de la covariance dépend de la distance physique entre des paires de points dans la région visée par l'étude. Les effets aléatoires spatiaux sont inclus en tant que variantes du modèle. Les valeurs du critère d'information d'Akaike (CIA) sont utilisées pour évaluer la parcimonie et les ajustements du modèle. Le modèle qui regroupe la présence/absence et le modèle de la log-densité avec la profondeur comme variable conditionnelle de la densité et

The presentation included further details and analyses which were not in the working paper distributed to participants. Additional elements presented included conditional presence/absence maps and conditional density maps (predictions) for the 2010 sampling year, a histogram plot of residuals for 2010 sampling, and estimation of bias for 2006 to 2010 years with bias defined as the difference in predicted versus observed densities at points within the sampling polygon but which were outside the estimation polygon and not used for model inference.

Points of discussion

- The definition of bias was clarified and it was suggested that as calculated, it was not bias but rather a measure of predictive error. Also, it was suggested that a measure of relative error rather than absolute error would have been more relevant for comparing fits among years.

- On the issue of the presence-absence component of the model, the following points were discussed:

    - It would be important to see if there was a spatial component to the presence-absence of snow crab, i.e. is it spatially homogenous. Residual analyses plotted against supplementary variables such as temperature may provide an indication of other environmental components which may define distribution of snow crab.

    - The presence absence model is not weighted by the density or abundance and the data from all years (23 years) are used. Over 23

la covariance spatiale a la valeur CIA la plus faible.

La présentation inclut des détails et des analyses supplémentaires qui ne figurent pas dans le document de travail remis aux participants. Les éléments additionnels présentés incluent les cartes de la présence/absence conditionnelle et les cartes de la densité conditionnelle (prédictions) pour l'année d'échantillonnage 2010, un histogramme des valeurs résiduelles pour l'échantillonnage de 2010 et une estimation du biais pour 2006 et 2010. Le biais est alors défini comme la différence entre les densités prévues et les densités observées au niveau des points du polygone d'échantillonnage, lesquels sont en dehors du polygone d'estimation et non pris en compte dans l'inférence du modèle.

Points de discussion

- On apporte des précisions quant à la définition du biais et on avance l'idée que le calcul fait davantage référence à la mesure de l'erreur prédictive plutôt qu'au biais. On suggère également qu'il aurait été plus pertinent de mesurer l'erreur relative que l'erreur absolue dans le cadre de la comparaison des ajustements d'une année à l'autre.

- En ce qui concerne la composante du modèle liée à la présence/absence, on discute des points suivants :

    - Il faudrait voir si la présence/absence de crabe des neiges répond à une composante spatiale, c.-à.-d. si elle est homogène sur le plan spatial. Les analyses résiduelles tracées en fonction de variables supplémentaires comme la température peuvent fournir une indication d'autres composantes environnementales, qui peuvent définir la répartition du crabe des neiges.

    - Le modèle en présence/absence n'est pas pondéré au moyen de la densité ou de l'abondance et il repose sur les données recueillies durant toutes ces

years, outlier occurrences are expected and it may only be one crab. So it is also possible to weight the presence based on the number of years observed and the density.

- The modelled presence-absence with depth is very similar to what has been observed in the snow crab stock of the northern Gulf of St. Lawrence.

- On the question of depth as a variable conditioning abundance, the following points were discussed.
  - There is clear evidence of density of crab varying with depth, with highest densities between 50 and 150 m depth
  - There is an increased predicted density at very shallow depths which is not obvious in the raw data. The upturn in predicted densities seems to be model misfitting due to the spline function and the low number of observations, and high variability in densities, at these shallower depths.

- It is possible to estimate the mean density but estimation of the variance was not described.
  - One possibility is to estimate the variance by posterior simulation. This is done in the Scotian Shelf snow crab assessment.
  - There could be issues with the exponential assumption of the model, particularly in back transformation from the log scale. This transformation can be done

années (23 ans au total). En 23 ans, on s'attend à ce que le modèle affiche des valeurs aberrantes, qui ne pourraient faire référence qu'à un individu capturé. Il est donc également possible de pondérer la présence en fonction du nombre d'années d'observation et de la densité.

- Les données du modèle sur la présence/absence avec la profondeur sont très similaires à celles observées pour le stock de crabe des neiges dans le nord du golfe du Saint-Laurent.

- En ce qui concerne la profondeur comme variable conditionnant l'abondance, on discute des points suivants :
  - Il apparaît clairement que la densité du crabe varie en fonction de la profondeur et les densités les plus fortes se situent entre 50 et 150 m de profondeur.
  - il y a un accroissement de la densité prédite dans les eaux très peu profondes, ce qui n'apparaît pas clairement dans les données brutes. Cette augmentation de la prévision des densités semble être liée à un mauvais ajustement du modèle résultant de la fonction spline et au plus faible nombre d'observations ainsi qu'à la forte variation de la densité dans ces eaux moins profondes.

- Il est possible d'évaluer la densité moyenne, mais aucune estimation de la variance n'est fournie.
  - L'une des possibilités consiste à évaluer la variance à partir d'une simulation *a posteriori*. C'est la méthode qui est utilisée pour l'évaluation du crabe des neiges du plateau néo-écossais.
  - Il pourrait y avoir des problèmes liés à l'hypothèse exponentielle du modèle, notamment dans la rétrotransformation à partir de l'échelle logarithmique. On peut procéder à cette transformation si

provided the normality assumption is respected and the mean and the variance are adequately estimated.

- The estimation variance presented comes from the fit of the observations and it is not possible to directly compare with the variance as estimated in geostatistics.

This was a very worthwhile and interesting analysis. Further work was recommended to refine the model and its outputs. As it remains a work in progress, the working paper would not be upgraded to a research document.

**Choi, J. 2011. Methodological overview of the snow crab assessment in the Martimes Region (4VWX). Working Paper WP10.**

The author was asked to present an overview of the methodology used to assess the snow crab resources from the Scotian Shelf area. It illustrates the use of a large number of auxiliary and external data to model ecosystem dynamics with implications for snow crab abundance and populations dynamics. The details of the assessment method are described in the DFO CSAS research document which had been provided as background information on the document website (Choi, J.S., and B.M. Zisserson. 2010. Integrated assessment of the snow crab resident on the Scotian Shelf in 2008. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/086).

The presenter showed figures of snow crab abundance and depth and similar to what is seen for the southern Gulf, there is a low probability of seeing snow crab at shallow depths (< 40 m) and at greater depths but the latter is not so clear because the survey does not sample those deeper areas very well.

l'hypothèse de normalité est respectée et si la moyenne et la variance font l'objet d'une estimation adéquate.

- La variance de l'estimation présentée résulte de l'ajustement des observations et il n'est pas possible d'établir directement une comparaison avec la variance évaluée dans le cadre de la méthode géostatistique.

Cette analyse est très utile et intéressante. On recommande de recourir à d'autres travaux pour peaufiner le modèle et ses résultats. Le document de travail étant toujours en cours d'élaboration, il ne pourra pas obtenir le statut de document de recherche.

**Choi, J. 2011. Aperçu de la méthodologie relativement à l'évaluation du crabe des neiges dans la région des Maritimes (4VWX). Document de travail 10.**

On demande à l'auteur de fournir un aperçu de la méthodologie utilisée dans le cadre de l'évaluation des ressources de crabe des neiges dans la région du plateau néo-écossais. La méthodologie fait état d'un grand nombre de données auxiliaires et externes servant à modéliser la dynamique de l'écosystème en tenant compte des incidences sur l'abondance de crabe des neiges et la dynamique des populations. Les détails de la méthode d'évaluation sont décrits dans le document de recherche du Secrétariat canadien de consultation scientifique qui a été fourni à titre de documentation sur le site Web (Choi, J.S., et B.M. Zisserson. 2010. Évaluation intégrée du stock de crabes des neiges résidant sur le plateau néo-écossais en 2008, MPO, Secrétariat canadien de consultation scientifique, Document de recherche 2009/086).

Le présentateur montre des chiffres sur l'abondance du crabe des neiges et la profondeur. Ces chiffres se rapprochent de ceux observés dans le sud du golfe, à savoir qu'il existe une faible probabilité de trouver du crabe des neiges dans les eaux peu profondes (< 40 m) et dans les eaux plus profondes. Dans le dernier cas toutefois, les

données ne sont pas aussi probantes, car le relevé n'échantillonne pas très bien ces zones plus profondes.

There were a number of points of discussion regarding the complex nature of the model, the inclusion of a number of variables that characterize the season and the year effects, temperature variables that capture the seasonal and annual variations in temperature. There are no interaction effects in the model. Such a complex model has been developed as it provides flexibility and it can also be applied to other species.

Plusieurs points de discussion abordent la nature complexe du modèle, l'inclusion de nombreuses variables définissant les effets saisonniers et annuels, les variables liées à la température qui font état de ses variations saisonnières et annuelles. Il n'y a pas d'effets d'interaction dans le modèle. Si un modèle aussi complexe a été mis au point, c'est parce qu'il permet une certaine souplesse et qu'il peut être appliqué à d'autres espèces.

**Evans, G. 2011. Local-influence estimate of probability distributions applied to southern Gulf snow crab biomass Working Paper WP09 and WP09b.**

**Evans, G. 2011. Estimation de l'influence locale sur la distribution des probabilités appliquées à la biomasse du crabe des neiges dans le sud du golfe. Documents de travail 09 et 09b.**

Two documents were distributed for consideration. The presentation was to make people interested and locate the work in the context of other approaches.

Deux documents ont été distribués pour être étudiés. La présentation a pour but de susciter l'intérêt des personnes présentes et de définir le travail fourni dans le cadre des autres approches.

Part of the implicit background to the meeting is that there is a high cost to changing the way the integrated biomass is estimated from surveys. One would need strong reasons to incur that cost.

Une partie du contexte implicite de la réunion sous-entend qu'il y a un coût élevé à changer la méthode avec laquelle la biomasse intégrée est estimée à partir des relevésIl faudrait de très bonnes raisons pour justifier de tels coûts.

The basic assumptions of the method are:

Les hypothèses de base de la méthode sont les suivantes :

- The task is to estimate the field of probability distributions for crab concentration (tonnes per square kilometre) as a function of covariates, such as position and bottom depth, together with the uncertainty of the estimate.
- Total biomass in some region is taken to be the integral of the mean value of the probability density functions (pdf) over the region.
- Survey observations are independent random samples from their respective

- La tâche consiste à évaluer le champ de distribution des probabilités pour la concentration de crabe (tonnes par kilomètre carré) comme une fonction des covariables, telles que la position et la profondeur, ainsi que l'incertitude liée à l'estimation.
- Dans certaines régions, la biomasse totale est considérée comme l'intégrale de la valeur moyenne des fonctions de densité de probabilité pour la région.
- Les observations du relevé constituent des échantillons aléatoires et

pdfs.

The potential arguments for changing to the non-parametric estimation of probability fields are summarized below.

- It comes close to passing, after some effort, tests of correctness that other methods have not been subjected to.

- An underlying assumption is that survey observations are independent random samples from their respective probability distributions. This means that the probabilities should be uniformly distributed on [0,1], and the absolute difference between pairs of probabilities – especially at two nearby points – should have the probability density 2(1-x) on [0,1].

- It treats horizontal and vertical separation on the same logical level.

- The underlying probability distribution can vary in space. The task is to estimate the pdf field, not a particular realization of it. Survey samples are assumed independent. The scales that apply to the whole data set are the horizontal and vertical influence scales, not the variogram scale. Vertical and horizontal separations are treated on the same logical level, unlike kriging with external drift.

- It compensates for clustered (redundant) observations.

- If several survey nodes are clustered, they will have random samples from almost the same cumulative probability density function (cpdf). This is good for better specifying that cpdf, but redundant

indépendants de leurs fonctions de densité de probabilité respectives.

Les arguments éventuels en faveur du passage à l'estimation non paramétrique des champs de probabilité sont résumés ci-dessous.

- Cette méthode a failli passer, après plusieurs tentatives, et des essais correctifs auxquels les autres méthodes n'ont pas été assujetties.

- Une hypothèse sous-jacente veut que les observations du relevé constituent des échantillons aléatoires et indépendants de leurs fonctions de densité de probabilité. Cela signifie que les probabilités devraient être réparties uniformément sur l'intervalle [0,1] et que la différence absolue entre les paires de probabilités, notamment entre deux points proches, devrait avoir une densité de probabilité de 2(1-x) sur l'intervalle [0,1].

- Cette méthode traite la séparation horizontale et verticale sur le même niveau logique.

- La distribution de probabilité sous-jacente peut varier en fonction de l'espace. La tâche consiste à évaluer le champ des fonctions de densité de probabilité et non une réalisation en particulier. On suppose que les échantillonnages du relevé sont indépendants. Les échelles qui s'appliquent à l'ensemble de données sont celles de l'influence horizontale et verticale et non de l'échelle du variogramme. Contrairement au krigeage avec dérive externe, les séparations verticales et horizontales sont traitées sur le même niveau logique.

- Elle contrebalance les observations de proche voisinage (redondantes).

- Si plusieurs ensembles de stations échantillonnées sont groupées, ils auront des échantillons aléatoires avec presque la même fonction cumulative de densité de probabilité. Cela permet de mieux

for specifying the whole field of cpdfs. Their contribution to the weighted average will be reduced according to their redundancy.

préciser cette fonction cumulative de densité de probabilité, mais les données sont trop redondantes pour définir précisément le champ entier des fonctions de densité de probabilité. Leur contribution à la moyenne pondérée sera réduite en fonction de leur redondance.

- It can be modified to take account of temperature-dependence even though temperatures are not measured everywhere.

- Elle peut être modifiée pour prendre en compte la dépendance de la température, même si les températures ne sont pas mesurées partout.

- The probability distribution for temperature can be estimated from the survey. The mean temperature can be used for a point estimate of integrated biomass; random samples from the distributions can be used for Monte Carlo simulation.

- La distribution de probabilité pour la température peut être évaluée à partir du relevé. La température moyenne peut servir pour une estimation ponctuelle de la biomasse intégrée et les échantillons aléatoires obtenus à partir des distributions peuvent être utilisés pour une simulation par la méthode de Monte Carlo.

- It offers features beyond the mean value, such as the coefficient of variation, or the probability of finding a commercial concentration.

- Elle offre d'autres caractéristiques que la valeur moyenne, telles que le coefficient de variation, ou la probabilité de trouver une concentration commerciale.

- Knowing the probability distribution at every survey point, then the variance of the biomass estimate is just a weighted sum of the square of the point area and the biomass estimate at the point.

- Une fois la distribution de probabilité connue pour chaque point du relevé, l'estimation de la variance de la biomasse n'est qu'une somme pondérée du carré de la zone de points et de l'estimation de la biomasse en un point donné.

- It offers Monte Carlo confidence bounds, which are automatically non-negative.

- Elle permet de calculer des limites de confiance par la méthode de Monte Carlo dont la valeur est systématiquement positive.

Major differences with other approaches are:

Les principales différences avec les autres approches sont les suivantes :

- It treats the task as estimating the underlying field of probability distributions for concentration, not the particular realization of the random process.

- Elle traite la tâche comme une estimation du champ sous-jacent des distributions de probabilité pour la concentration et non comme une réalisation particulière du processus aléatoire.

- It treats survey observations as independent random samples from their respective probability distributions.

- Elle traite les observations du relevé comme des échantillons aléatoires et indépendants de leurs fonctions de densité de probabilité respectives.

- The objective is to characterize the variance, not to minimize it.

If the meeting is to choose among methods, it will be necessary to find common scales for comparison. This is for more than just ranking: it is important to be able to discuss where and how they differ.

- Most methods predict probability distributions at unobserved points. Thus the jackknifed probability at survey nodes can be computed.

- For most methods, the integrated biomass is a weighted sum of the survey observations. If the observations are in units of concentration (tonnes per square kilometre) then the weights are in units of square kilometres and represent the effective area of the survey node in the estimation. (The sum of the effective areas is the area of the polygon.)

The effect of depth appears to be a major source of controversy. Addressing it with this method is a useful warmup exercise and provides evidence that there is an important effect of depth. When plotting concentration versus depth in a way that displays all the points clearly, it is clear that depth has a large effect on the probability distribution for concentration. In water shallower than 50m (log=1.7) the probability of a zero catch is much higher. Simulating random draws with the fractions from the whole survey data set, on a sample size equal to the number of observations at less than 50m, the actual number of observed zeros was never exceeded in 1.5 million simulations.

The test of independence of pairs is much less powerful: it showed that, when

- L'objectif consiste à caractériser la variance et non à la minimiser.

Si l'objectif est de choisir une seule méthode à l'issue de la réunion, il faudra trouver des échelles communes aux fins de comparaison. Il ne s'agit pas que du classement ici, car il est important de pouvoir aborder certaines questions, à savoir où et comment elles diffèrent.

- La plupart des méthodes prédisent les distributions de probabilité en des points non observés. On peut ainsi calculer la probabilité obtenue par Jacknife au niveau des nœuds du relevé.

- Pour la plupart des méthodes, la biomasse intégrée correspond à une somme pondérée des observations du relevé. Si les observations sont exprimées en unités de concentration (tonnes par kilomètre carré), alors les poids sont exprimés en unités de kilomètres carrés et ils représentent la zone effective des nœuds du relevé dans l'estimation. (La somme des zones effectives correspond à la superficie du polygone.)

L'effet de profondeur semble être la principale source de controverse. Le fait de recourir à cette méthode constitue un exercice pratique et apporte la preuve qu'il y a un important effet de profondeurLorsque l'on trace la concentration en fonction de la profondeur de façon à montrer l'ensemble des points, il apparaît clairement que la profondeur a un effet important sur la distribution de probabilité de la concentration. Dans les eaux où la profondeur est inférieure à 50 m (log = 1,7), la probabilité pour que les prises soient nulles est bien plus élevée. En simulant des tirages aléatoires à partir des fractions provenant de l'ensemble de données du relevé, sur une taille d'échantillonnage correspondant au nombre d'observations à moins de 50 mètres, le nombre réel de valeurs nulles n'a jamais été dépassé dans 1,5 million de simulations.

Le test d'indépendance des paires est beaucoup moins concluant : en supposant

assuming no depth effect, there is about 1 chance in 60 of a deviation as large as that observed. Therefore, when this test says the survey is a very improbable result for a candidate probability field, attention should be payed to the result.

aucun effet de profondeur, il indique environ une chance sur 60 qu'il y ait un écart aussi important que celui observé. Par conséquent, lorsque ce test indique que le relevé donne un résultat très improbable pour un champ de probabilité potentiel, il y a lieu de porter une attention au résultat.

As an example, the method was applied to the 2010 data. The estimate of total biomass is irrelevant: it forms no part of any reason for choosing one method over another. The figure in the presentation showed the change in effective area of survey nodes (in 'real' areas) compared to simply using the mean concentration of crab of all nodes, which gives a constant effective area of 125 sq km.

Par exemple, la méthode a été appliquée à des données de 2010. L'estimation de la biomasse totale n'est pas pertinente : elle ne donne aucune raison de choisir une méthode plutôt qu'une autre. La figure dans la présentation illustre le changement dans une zone effective de nœuds de relevé (dans des zones « réelles ») par comparaison à la simple utilisation de la concentration moyenne de crabe de tous les nœuds, qui donne une zone effective constante de 125 $km^2$.

Points to note:

- Clusters of survey observations (say near 47.8N 63.3W) are downweighted for redundancy; points at the margins, especially where there are sharp depth gradients, get extra weight.

- Notice that observations outside the polygon still contribute to the estimate of biomass inside. The influence is based on their influence outside the polygon being estimated.

Points à noter :

- Les groupes d'observations du relevé (disons, près de 47,8 N et de 63,3 O) sont sous-pondérés pour la redondance; une surpondération est appliquée aux points aux marges, particulièrement là où les gradients de profondeur sont très marqués.

- Les observations à l'extérieur du polygone contribuent quand même à l'estimation de la biomasse à l'intérieur. L'influence est établie d'après leur influence à l'extérieur du polygone faisant l'objet d'une estimation.

There were a few questions and comments after the presentation

- The depth component is treated on the log scale for the reason that it is the proportional change in depth which may be more relevant to the animal rather than the absolute change (going from 40 m to 80 m depth should be a larger change for the animal than going from 300 to 340 m depth).

- The biomass at every survey point can also be plotted.

La présentation est suivie de quelques questions et commentaires :

- La composante de profondeur est traitée sur l'échelle logarithmique parce que le changement proportionnel dans la profondeur est peut-être plus pertinent pour l'animal que le changement absolu (passer d'une profondeur de 40 m à 80 m devrait être un changement plus important pour l'animal que de passer d'une profondeur de 300 m à 340 m).

- La biomasse à tous les points de relevé peut également être déterminée.

- The approach has similarities to "kriging indicatrice" in that the indicator variables are correlated. Indicator kriging also seeks to estimate cpdf at every point.

- In the context of differences between the approach presented and the method used to estimate shrimp biomass in the NAFO area (Evans et al. 2000. J. Northw. Atl. Fish. Sci. 27: 133-138), the main differences are how the bandwidths (weights of neighbouring pdfs) are fixed, and the tests of correctness proposed.

- L'approche s'assimile au « krigeage d'indicatrice » au sens où les variables indicatrices sont corrélées. Le krigeage d'indicatrice cherche également à estimer la fonction cumulative de densité de probabilité à chaque point.

- En comparant l'approche présentée et la méthode utilisée pour estimer la biomasse de la crevette dans la zone de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (Evans *et al.* 2000. J. Northw. Atl. Fish. Sci. 27: 133-138), les principales différences portent sur la façon dont les bandes passantes (poids des fonctions de densité de probabilité avoisinantes) sont fixées et dont les essais correctifs sont proposés.

This is an innovative approach that was not familiar to most participants. The author was encouraged to continue the development in the context of the assessment of snow crab for the southern Gulf. The working paper(s) would not be upgraded to research document.

La plupart des participants ne connaissaient pas cette approche novatrice. L'auteur est encouragé à continuer les travaux dans le contexte de l'évaluation du crabe des neiges pour le sud du golfe. Les documents de travail ne peuvent pas obtenir le statut de document de recherche.

**Cadigan, N. 2011. Preliminary investigations into standardizing the 4T snow crab bottom-trawl survey index. Working Paper WP11**

The 4T snow crab survey has expanded since it was initiated, and total biomass estimates may not be comparable over the entire time-series because of changes in the area surveyed. In this paper a simple model is proposed to standardized the abundance and biomass time-series by extrapolating crab densities in areas not fished in some surveys. Trawl catches of crab are assumed to have a negative binomial distribution. The model involves multiplicative mixed-effects, where year and spatial location are fixed effects, and year×spatial location are random effects. The number of sampled grids currently in the 4T snow crab survey is large (i.e. 277) for the purposes of this model. To simplify the analysis, grids were grouped into a smaller number (i.e. 30) of

**Cadigan, N. 2011. Travaux préliminaires visant la normalisation de l'indice relatif au relevé au chalut de fond sur le crabe des neiges dans la division 4T. Document de travail 11**

Le relevé sur le crabe des neiges dans la division 4T s'est élargi depuis qu'il a été entrepris, et les estimations de la biomasse totale ne se comparent peut-être pas à l'ensemble de la série chronologique en raison des changements survenus dans la zone. Le présent document propose un modèle simple pour normaliser la série chronologique de l'abondance et de la biomasse en extrapolant les densités de crabe dans les zones non exploitées de certains relevés. On assume que les captures de crabe par chalutage ont une distribution binomiale négative. Le modèle comprend des effets mixtes multiplicatifs, où l'année et l'emplacement spatial sont des effets fixes, et l'année×emplacement spatial sont des effets aléatoires. Le nombre de grilles

strata based on location and depth and these were used for modeling the spatial patterns in surveys catches and how these change over time. The multiplicative mixed-effects model will be more appropriate when the spatial distribution of crab only changes randomly from year to year. The results indicate that 4T snow crab stock size is currently at a low level compared to most other years since 1988. The 2010 biomass estimate is the 4th lowest in the time-series, but improved compared to 2009 which was the 2nd lowest biomass estimate in the time-series.

échantillonnées que contient actuellement le relevé sur le crabe des neiges dans la division 4T est élevé (277) pour les besoins de ce modèle. Dans le but de simplifier l'analyse, les grilles ont été regroupées en un plus petit nombre (30) de strates selon l'emplacement et la profondeur, pour ensuite servir à modéliser les profils spatiaux dans les captures des relevés et la façon dont ils changent avec le temps. Le modèle à effets mixtes multiplicatifs s'avérera plus approprié lorsque la répartition spatiale du crabe ne variera que de façon aléatoire d'année en année. Les résultats indiquent que la taille du stock de crabe des neiges dans la division 4T est actuellement faible par comparaison à la plupart des autres années depuis 1988. L'estimation de la biomasse de 2010 est la 4e plus faible dans la série chronologique, mais elle est meilleure qu'en 2009, alors qu'elle était la 2e plus faible de la série.

Points of discussion on the presentation and the working paper

- The interaction term (stratum X year) models temporal variation patterns within strata, some of that variation may be due to movements of crab among strata but the movement among strata is not modelled. The greater the number of strata of finer spatial scale, the more likely there would be movements. A shift of crab among strata will inflate the random effects variance of the interaction terms and add uncertainty to the results.

- The key assumption is the independence and identical distribution of observations within strata. This implies that the mean is constant within a stratum. In that regard, using a constant mean over large areas to fill in gaps may not be precise and the inaccuracy will be a function of the variance in interactions. If there is little interaction between stratum and year, then interaction terms will be small and interpolation will be good. The interaction terms had a standard deviation 0.4, which is substantial (note

Points de discussion sur la présentation et le document de travail

- Le terme d'interaction (strate X année) modélise la variation temporelle à l'intérieur des strates, et une partie de cette variation peut être attribuable aux déplacements du crabe parmi les strates, mais ces déplacements ne sont pas modélisés. Plus le nombre de strates d'échelles spatiales plus fines est élevé, plus les déplacements sont probables. Un déplacement du crabe parmi les strates augmentera la variance des effets aléatoires liés aux termes d'interaction et l'incertitude liée aux résultats.

- La principale hypothèse est l'indépendance et la répartition identique des observations dans les strates. Cela signifie que la moyenne est constante dans une strate. À cet égard, l'utilisation d'une moyenne constante sur de vastes zones pour combler des lacunes pourrait donner des résultats imprécis et l'exactitude variera selon les interactions. S'il y a peu d'interactions entre une strate et une année, les termes d'interaction seront faibles et l'interpolation sera bonne. Les termes d'interaction présentaient un

that there is no information in the document on the interaction term coefficients). It would be useful to do simulation tests to examine the consequences of the uncertainty in the interaction terms on the predicted values (like cross-validation).

écart-type de 0,4, soit un écart important (à noter que le document n'indique aucun renseignement sur les coefficients des termes d'interaction). Il serait utile d'effectuer des essais de simulation pour examiner les conséquences de l'incertitude dans les termes d'interaction sur les valeurs prédites (comme une validation croisée).

- The mean weight of crab is modelled separately among strata and year, i.e. the actual observed weights within strata and year are used and this information is used to fill in gaps. For example, there are consistent patterns over time and among strata of the mean weights, the weights are largest for strata in Cape Breton area. Using a variable mean weight in space could be considered as well in the kriging model.

- Le poids moyen du crabe est modélisé séparément entre les strates et les années, c.-à-d. que les poids réels observés dans les strates et les années sont utilisés et ces renseignements servent à combler les lacunes. Par exemple, certaines tendances sont constantes avec le temps et parmi les strates des poids moyens, celles de la région du cap Breton présentant les poids les plus élevés. L'utilisation d'un poids moyen variable dans l'espace pourrait également être considérée dans le modèle de krigeage.

- Strata were defined based on the square sampling grid and the positions of the sampling points. A refined way of creating strata could be done using appropriate bathymetry and perhaps substrate information, and expert opinion.

- Les strates ont été définies d'après le plan d'échantillonnage quadrillé et les positions des points d'échantillonnage. Une meilleure façon de créer des strates consisterait à utiliser une bathymétrie appropriée avec possiblement des renseignements sur les substrats et l'opinion des experts.

- The strata were created based on grids within a lattice-design, using geographic position and depth for each grid. This is not a design based on post-stratification in the sense that the response variables (density of crab) were not used to create the strata.

- Les strates ont été créées d'après des grilles dans un plan en treillis, utilisant une position géographique et une profondeur pour chaque grille. Ce plan ne repose pas sur une post-stratification dans le sens que les variables-réponses (densité du crabe) n'ont pas servi à créer les strates.

- Very interesting and worthwhile alternate modelling approach. Overall, this model provides a potential approach for conserving a time series which has had variable spatial coverage over time. Further work is required including how strata could be constructed, and examination of how well the model is able to fill in gaps.

- Ce modèle de rechange est très intéressant et utile. Dans l'ensemble, il offre une possibilité de conserver une série chronologique dont la couverture spatiale varie au fil du temps. D'autres travaux doivent être effectués, notamment pour déterminer la façon de construire les strates et l'efficacité du modèle à combler les lacunes.

- The working paper should be upgraded to a research document.

## TOR 2. DEFINITION OF THE POLYGON FOR WHICH BIOMASS WILL BE ESTIMATED.

This section of the meeting considered the question of the geographic area (called the polygon) for which the biomass of snow crab would be estimated. The objective of the stock assessment is to provide an estimate of biomass which could be exploited in the fishery as well as estimates of abundance at life stages with which to construct and improve models of population dynamics.

Working Paper 01 provides a description of the changes in survey coverage that have occurred since the beginning of the trawl survey assessment in 1988. Changes in survey coverage were done in response to increases and changes in distribution of fishing effort. As stated in WP01, DFO is interested in estimating the abundance of snow crab for the southern Gulf biological unit and sampling since 2006 includes the majority of the area within the 20 to 200 fathom depth contours. The estimation polygon is the area which is used to provide an estimate of the biomass of snow crab for the fishery. It represents a smaller area that historically has encompassed upwards of 98% of the fishing effort positions based on at-sea observer coverage.

This term of reference was addressed by examining the oceanographic features of the southern Gulf of St. Lawrence and the environmental features which are most closely related to the distribution and abundance of snow crab. Information from the dedicated snow crab trawl survey as well as the multi-species survey which is conducted annually in the southern Gulf were examined. Additionally, documents prepared by industry on oceanography and biology were presented.

- Le document de travail devrait obtenir le statut de document de recherche.

## CADRE DE REFERENCE 2. DEFINITION DU POLYGONE POUR LEQUEL LA BIOMASSE SERA ESTIMEE

Cette partie de la réunion porte sur la zone géographique (appelée le polygone) pour laquelle la biomasse du crabe des neiges serait estimée. L'évaluation du stock a pour but de fournir une estimation de la biomasse qui pourrait être exploitée dans le secteur de la pêche ainsi que des estimations de l'abondance de différents stades du cycle de vie pouvant servir à construire et à améliorer des modèles de dynamique des populations.

Le document de travail 01 fournit une description des changements dans la couverture des relevés qui ont eu lieu depuis le début de l'évaluation du relevé au chalut en 1988. Les changements dans la couverture des relevés découlent de l'accroissement et des changements dans la distribution spatiale de l'effort de pêche. Comme l'indique le document de travail 01, le MPO souhaite estimer l'abondance du crabe des neiges pour l'unité biologique du sud du golfe et l'échantillonnage depuis 2006 comprend la majeure partie de la surface située entre les profondeurs de 20 à 200 brasses. Le polygone d'estimation est la zone qui est utilisée pour fournir une estimation de la biomasse du crabe des neiges pour la pêche. Il représente une zone plus petite qui jusqu'ici englobait jusqu'à 98 % des lieux d'effort de pêche établis d'après la couverture par les observateurs en mer.

Le présent cadre de référence est abordé en examinant les caractéristiques océanographiques du sud du golfe du Saint-Laurent et les caractéristiques environnementales qui sont liées plus étroitement à la répartition et à l'abondance du crabe des neiges. Les renseignements du relevé au chalut visant le crabe des neiges ainsi que le relevé plurispécifique qui est effectué chaque année dans le sud du golfe sont examinés. Des documents de l'industrie relatifs à l'océanographie et à la biologie sont

également présentés.

The list of documents considered in this section were:

Les documents examinés dans cette partie sont les suivants :

WP07 - Chassé, J., P.S. Galbraith, N. Lambert, M. Moriyasu, E. Wade, J.Marcil and R.G. Pettipas. Environmental conditions in the southern Gulf of St. Lawrence relevant to snow crab.

Document de travail 07 – Chassé, J., P.S. Galbraith, N. Lambert, M. Moriyasu, E. Wade, J. Marcil, R.G. Pettipas. Environmental conditions in the southern Gulf of St. Lawrence relevant to snow crab

WP06 – Benoît, H. A comparison of the abundance, size composition, geographic distribution and habitat associations of snow crab (Chionoecetes opilio) in two bottom trawl surveys in the southern Gulf of St. Lawrence

Document de travail 06 – Benoît, H. Comparaison de l'abondance, de la composition selon la taille, de la répartition géographique et des associations d'habitat du crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans deux relevés au chalut de fond dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

IND-DT01 – Conan, G. Contexte Océanographique

Document IND-DT01 – Conan, G. Contexte océanographique.

IND-DT04 – Conan, G. Contexte biologique, le cycle de vie du crabe des neige.

Document IND-DT04 – Conan, G. Contexte biologique, le cycle de vie du crabe des neiges.

**Chassé et al. 2011. Environmental conditions in the southern Gulf of St. Lawrence relevant to snow crab. Working Paper WP07**

**Chassé *et al.* 2011. Conditions environnementales dans le sud du golfe du Saint-Laurent en lien avec le crabe des neiges. Document de travail 07**

The purpose of this document is to provide information on sea temperature and salinity for the period of 1981 to 2010 in the southern Gulf of St. Lawrence, including snow crab fishing areas (12, 19, E and F, Fig. 2). Information about the amplitude and phase of the bottom temperature seasonal cycle is also provided, as well as areal indices of the ocean bottom covered by water temperatures between -1°C and 3°C. The catch of snow crab during the snow crab survey as a function of temperature is presented and yearly changes are documented. As a general trend, commercial male crab occupied slightly colder temperature than what was available in the sGSL and this trend has been even more pronounced since 2001. The mean depth occupied by snow crab was slightly shallower than what available for most years. When taking into account the

Ce document a pour but de fournir des renseignements sur la salinité et la température de la mer pour la période de 1981 à 2010 dans le sud du golfe du Saint-Laurent, incluant les zones de pêche du crabe des neiges (12, 19, E et F, fig. 2). Des renseignements sur les amplitudes et les phases du cycle saisonnier des températures de fond sont également fournis, de même que les indices de superficie du fond de la mer dont l'eau qui le recouvre est à des températures situées entre -1 °C et 3 °C. Les prises du crabe des neiges pendant le relevé du crabe en fonction des températures sont présentées et les variations annuelles sont documentées. De façon générale, le crabe mâle adulte occupait une superficie légèrement plus froide que celle disponible dans le sud du golfe du Saint-Laurent et cette tendance est encore plus prononcée depuis 2001. La profondeur moyenne

available area at each temperature interval (% of area - % of commercial crab), the distribution suggested that commercial male crab favoured habitat between -1.2 to 1.2 °C. The cumulative distribution suggested that commercial male crab favoured habitat between 65 to 100 m. The portion of the bottom surface in and out of the estimation polygon of the assessment was calculated for September bottom temperatures less than 3, 4 and 5 °C. For the surface defined by bottom temperatures less than 3°C, the coverage is on average about 40,000 km$^2$. The polygon misses some edges of water less than 3ºC, on the north side of PEI and around the Magdalen Island. The area not included in the polygon represents 22% of the total surface below 3°C. On the other hand, the polygon includes a small surface (4,550 km$^2$) that is above 3°C. The surface defined by bottom temperatures less than 5°C is 42704 km$^2$. The surface outside the polygon covers an area of 15494 km$^2$ and represents 27% of the total surface below 5°C (58198 km$^2$). The polygon includes a surface of 1613 km$^2$ that is above 5°C. The interannual polygon coverage is quite stable, but the variability does increase from the 3°C to 5°C temperature thresholds.

occupée par le crabe des neiges était légèrement inférieure à celle enregistrée pour la plupart des années. Lorsque la superficie disponible à chaque intervalle de température est prise en compte (pourcentage de la superficie - pourcentage de crabe adulte), la répartition suggère que le crabe mâle adulte préférait un habitat entre -1,2 et 1,2 °C. La répartition cumulative suggère que le crabe mâle adulte préférait un habitat situé entre 65 et 100 m. La partie de la surface de fond à l'intérieur et à l'extérieur du polygone d'estimation de l'évaluation a été calculée pour des températures de fond en septembre qui étaient inférieures à 3, 4 et 5 °C. Pour la surface définie par des températures de fond inférieures à 3 °C, la couverture moyenne est d'environ 40 000 km$^2$. Le polygone ne comprend pas la bordure de certains plans d'eau dont la température est inférieure à 3 ºC, du côté nord de l'île du Prince-Édouard et autour des îles de la Madeleine. Les zones qui ne font pas partie du polygone représentent 22 % de la superficie totale dont les températures sont inférieures à 3 °C. Par contre, le polygone inclut une petite superficie (4 550 km$^2$) dont les températures sont supérieures à 3 °C. La superficie définie par des températures de fond inférieures à 5 °C est de 42 704 km$^2$. La superficie à l'extérieur du polygone s'étend sur 15 494 km$^2$ et représente 27 % de la superficie totale dont les températures sont inférieures à 5 °C (58 198 km$^2$). Le polygone inclut une superficie de 1 613 km$^2$ dont les températures sont supérieures à 5 °C. La couverture interannuelle du polygone est relativement stable, mais la variabilité ne dépasse pas les seuils de 3 °C à 5 °C.

Points of discussion on the presentation and the document

- The information and analyses presented were excellent. It proposes an objective way of defining the sampling and estimation polygon for snow crab.
- There was discussion about using such information to define the sampling and estimation polygon annually. The advantage of adjusting the polygon

Points de discussion sur la présentation et le document

- Les renseignements et les analyses présentés étaient excellents. Ils proposent une façon objective de définir le polygone d'échantillonnage et d'estimation pour le crabe des neiges.
- Une discussion s'ensuit sur l'utilisation de tels renseignements pour définir le polygone d'échantillonnage et d'estimation chaque année. La modification du

based on the extent of potential habitat is to optimize the sampling by not sampling areas where the abundance is very low to absent. However, this is not easy to do. The long term temperature series is derived from the September multi-species survey and the snow crab trawl survey in the past began in July and extended into October. Alternatively, the sampling polygon would be defined more broadly to ensure that it encompasses all the potential range of habitat of interest for any given year. Therefore, it would be important to define the maximum geographic coverage of a selected temperature threshold (for ex. 3ºC) over the longest time series available. The other reason for using a broad sampling polygon is to adequately sample all capturable life stage of snow including juveniles and females.

polygone en fonction de l'étendue de l'habitat potentiel présente l'avantage d'optimiser l'échantillonnage en excluant les zones où l'abondance est très faible ou inexistante. Toutefois, cette méthode n'est pas facile à mettre en œuvre. La série de températures à long terme est issue du relevé plurispécifique de septembre et, dans le passé, le relevé au chalut du crabe des neiges débutait en juillet pour se terminer en octobre. En revanche, le polygone d'échantillonnage pourrait être défini de façon plus générale pour s'assurer qu'il englobe tous les types possibles d'habitats d'intérêt pour n'importe quelle année. Par conséquent, il serait important de définir la couverture géographique maximale d'un seuil de température sélectionné (p. ex. 3 °C) sur la série chronologique la plus longue possible. L'autre raison pour utiliser un polygone d'échantillonnage à grande échelle est de prélever adéquatement tous les cycles biologiques capturables de crabe des neiges, y compris les individus juvéniles et les femelles.

**Benoit, H. 2011. A comparison of the abundance, size composition, geographic distribution and habitat associations of snow crab (*Chionoecetes opilio*) in two bottom trawl surveys in the southern Gulf of St. Lawrence (part 1). Working Paper WP06**

A standardized research vessel (RV) bottom-trawl survey of the southern Gulf has been conducted each September since 1971 and has principally been used for assessments and scientific research dedicated to marine fish. Though this survey routinely captures snow crab, there has been no formal evaluation of the utility of this information for the assessment of southern Gulf snow crab. The data from the RV survey are used to examine the relevance of the present geographic polygon used to infer crab abundance, by considering the geographic distribution of crab catches in the RV survey. Because the RV survey extends to both shallower and deeper waters compared to the crab survey, it is possible to evaluate whether the crab survey adequately covers the geographic distribution of southern Gulf snow crab. The data are also used to examine whether water depth or bottom temperature can be used to refine the sampling polygon, and whether they are valid candidates as auxiliary variables for the assessment's abundance spatial-interpolation model. Because the RV survey has a broader geographic extent compared to the crab survey and because of its longer history, data from the RV survey can provide information on the stability of crab distribution with respect to depth and temperature, thereby validating the use of these environmental variables in informing the assessment.

Crab distribution changes predictably with

**Benoit, H. 2011. Comparaison de l'abondance, de la composition selon la taille, de la répartition géographique et des associations d'habitat du crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans deux relevés au chalut de fond dans le sud du golfe du Saint-Laurent (partie 1). Document de travail 06**

Chaque mois de septembre depuis 1971, un relevé normalisé au chalut de fond est effectué à bord d'un navire de recherche dans le sud du golfe du Saint-Laurent, essentiellement à des fins d'évaluations et de recherches scientifiques sur les poissons marins. Bien que ce relevé enregistre régulièrement des captures de crabe des neiges, il n'y a eu aucune évaluation officielle de l'utilité de ces renseignements aux fins d'évaluation du crabe des neiges dans le sud du golfe. Les données du relevé du navire de recherche servent à examiner la pertinence du polygone géographique actuellement utilisé pour évaluer l'abondance du crabe, en considérant la répartition géographique des prises de crabe dans le relevé. Puisque le relevé du navire de recherche porte à la fois sur les eaux peu profondes et les eaux plus profondes comparativement au relevé sur le crabe, il est possible d'évaluer si le relevé sur le crabe couvre adéquatement la répartition géographique du crabe des neiges dans le sud du golfe. Les données permettent également d'examiner si la profondeur de l'eau ou la température de fond peuvent être utilisées pour mieux préciser le polygone d'échantillonnage, et si elles seraient valides comme variables auxiliaires pour le modèle d'interpolation spatiale sur l'abondance dans le cadre de l'évaluation. Étant donné que le relevé du navire de recherche porte sur une étendue géographique plus vaste que celle du relevé sur le crabe et qu'il existe depuis plus longtemps, ses données peuvent fournir des renseignements sur la stabilité de la répartition du crabe en lien avec la profondeur et la température, qui valident ainsi l'utilisation de ces variables environnementales pour éclairer l'évaluation.

La répartition du crabe change de façon

both depth and bottom temperature. The relationship between density and depth based on cumulative distribution functions shows less interannual variability compared to the relationship with temperature. Furthermore the changes in distribution with temperature appear to reflect a passive change in the thermal conditions of the depth habitat occupied by crabs rather than an active change in temperature preference. Based on these results, depth appears to be the environmental variable most suited for delimiting the area (polygon) for the crab survey. Depth also appears as a reasonable covariable for interpolation and perhaps extrapolation of crab densities (especially at shallower and deeper depths) in the assessment.

prévisible avec la profondeur et la température de fond. La relation entre la densité et la profondeur établie d'après les fonctions de répartition cumulative montre une variabilité interannuelle moins grande que la relation avec la température. De plus, les changements de répartition d'après la température semblent refléter un changement passif dans les conditions thermiques de l'habitat de profondeur occupé par les crabes, plutôt qu'un changement actif dans la préférence de température. Selon ces résultats, la profondeur semble être la variable environnementale la mieux adaptée pour délimiter la zone (le polygone) du relevé sur le crabe. La profondeur semble également être une covariable raisonnable aux fins d'interpolation et possiblement d'extrapolation des densités de crabe (particulièrement dans les eaux peu profondes et plus profondes) dans l'évaluation.

Points of discussion following the presentation

- The RV survey used the Western IIA (or its calibrated equivalent), towed for 30 minutes. It has lower catchablity for snow crab than the Nephrops trawl used with the snow crab trawl survey.

- The snow crab survey presently covers most of the area occupied by southern Gulf snow crab within the RV survey boundaries. The snow crab survey appears to cover all inshore areas of the distribution of crab, and only misses some deeper areas in which crab densities appear to be very low and which constitute only a very small proportion of the geographic area of the southern Gulf.

- The RV survey extends into shallower and deeper water than the snow crab survey. Snow crab are present in these areas but the catches are low compared to the main area. As well, the catches in

Points de discussion suivant la présentation

- Le chalut « Western IIA » (ou son équivalent étalonné), traîné pendant 30 minutes, a servi au relevé du navire de recherche. Sa capturabilité est inférieure pour le crabe des neiges que le chalut Nephrops utilisé dans le cadre du relevé au chalut du crabe des neiges.

- Le relevé sur le crabe des neiges couvre actuellement la plus grande partie de la zone occupée par le crabe des neiges dans le sud du golfe à l'intérieur des limites du relevé effectué par le navire de recherche. Le relevé sur le crabe des neiges semble couvrir toutes les zones côtières de la répartition du crabe, sauf quelques-unes plus profondes où les densités de crabe paraissent très faibles et qui ne constituent qu'une très faible proportion de la zone géographique du sud du golfe.

- Le relevé du navire de recherche s'étend dans les eaux moins profondes et plus profondes que celles du relevé sur le crabe des neiges. Le crabe des neiges est présent dans ces zones, mais les prises

these peripheral areas are low regardless of the variation in abundance overall so that there is little to be gained in terms of the overall estimate by spending additional sampling effort in those areas.

sont faibles comparativement à celles de la zone principale. De plus, les prises dans ces zones périphériques sont faibles quelles que soient les variations liées à l'abondance dans l'ensemble; il y a donc peu d'avantages à tirer sur le plan de l'estimation globale en consacrant un effort d'échantillonnage additionnel dans ces zones.

- Long-term multi-species surveys that are calibrated for changes in gear and vessel are invaluable in monitoring and assessing aquatic resources. Large efforts are made throughout the world in fishing power comparisons and survey selectivity analyses precisely to maintain the continuity of such series. The analysis of the RV survey presented is a very important effort and this survey could further be used in the assessment to augment the information for interpolating and possibly extrapolating abundance relative to the estimation polygon.

- Les relevés plurispécifiques à long terme qui sont étalonnés pour des changements d'engins et de navire sont précieux dans le monitorage et l'évaluation des ressources aquatiques. De grands efforts sont déployés dans le monde entier pour comparer la puissance de pêche et analyser la sélectivité des relevés précisément pour maintenir la continuité de telles séries. L'analyse du relevé du navire de recherche présentée est un effort très important et ce relevé pourrait également servir à l'évaluation pour compléter l'information aux fins d'interpolation et éventuellement d'extrapolation de l'abondance par rapport au polygone d'estimation.

- Working paper WP06 should be upgraded to research document after consideration of discussion points.

- Le document de travail 06 devrait obtenir le statut de document de recherche après considération des points de discussion.

**Conan, G. 2011. Contexte océanographique. Working Paper IND-DT01**

Summary from the document: Snow crab at commercially harvested stages in the Gulf of Saint Lawrence live in an intermediate layer of water between -1 and +4 degrees C. Conversely the larvae are found in a superficial layer of water which is warmer and less salty. In summer snow crab may accumulate in shallow residual basins retaining winter intermediate cold water. There are upwellings and downwellings of warmer water which do not suit the physiology of snow crab. For this reason depth per se should not be used as a reference parameter for modeling abundance of snow crab.

**Conan, G. 2011. Contexte océanographique. Document de travail IND-DT01**

Résumé du document : Le crabe des neiges au stade d'exploitation commerciale dans le golfe du Saint-Laurent vit dans une couche intermédiaire d'eau dont la température varie entre -1 et +4 °C. En revanche, on retrouve les larves dans une couche d'eau superficielle plus chaude et moins salée. En été, le crabe des neiges peut s'accumuler dans des bassins résiduels peu profonds qui retiennent l'eau froide intermédiaire de l'hiver. Il y a des remontées et des plongées d'eau chaude qui ne sont pas adaptées à la physiologie du crabe des neiges. Pour cette raison, la profondeur en soi ne devrait par être utilisée comme paramètre de référence pour modéliser l'abondance du crabe des neiges.

The presentation was a summary of the data specific to the 2010 snow crab survey data.

- The working document contains no references to the numerous scientific publications and reports that exist on the oceanography of the southern Gulf. No new information on oceanography or associations of crab with temperature or depth that had not been covered by the previous presentations of the day was provided. No evidence was provided for the statement that depth should not be used an auxiliary variable in the modeling of abundance as is presently done in the assessment.

- Reference was made by the presenter to an area along Gaspe as well as Cape Breton where bottom temperature increased and this was interpreted as being an area of upwelling. This was contested by referring to published documents that interpret the warmer temperature in those areas as a consequence of depth where waters are warmer and not an upwelling.

La présentation est un résumé des données qui se rapportent particulièrement au relevé sur le crabe des neiges de 2010.

- Le document de travail ne contient aucune référence aux nombreux rapports et publications scientifiques qui existent sur l'océanographie du sud du golfe. Aucun nouveau renseignement n'est présenté par rapport à ceux qui ont déjà été présentés au cours de la journée sur l'océanographie ou les associations du crabe avec la température ou la profondeur. Aucune preuve n'est fournie quant à la déclaration selon laquelle la profondeur ne devrait pas servir de variable auxiliaire dans la modélisation de l'abondance comme c'est le cas actuellement dans le cadre de l'évaluation.

- Le présentateur mentionne une zone le long de Gaspé et une autre au cap Breton où la température de fond a augmenté et qui sont interprétées comme des zones de remontée des eaux. Ce point est contesté par la mention de documents publiés qui interprètent la température plus chaude dans ces zones comme une conséquence de la profondeur où les eaux sont plus chaudes et non comme une remontée des eaux.

**November 23, 2011**

The third day opened with a continuation of presentations on TOR 2.

**Conan, G. Contexte biologique, le cycle de vie du crabe des neiges. Working Paper IND-DT04**

Summary from working document

« La bonne connaissance et l'interprétation adéquate de la physiologie, du cycle de vie et des paramètres biologiques du crabe des neiges sont indispensables pour, évaluer, cartographier et modéliser les stocks de crabe des neiges. Ces connaissances sont indispensables entre autres pour définir les limites du stock à évaluer, la technique, la

**Le 23 novembre 2011**

Le troisième jour débute avec la suite des présentations sur le cadre de référence 2.

**Conan, G. Contexte biologique, le cycle de vie du crabe des neiges. Document de travail IND-DT04**

Résumé du document de travail

« La bonne connaissance et l'interprétation adéquate de la physiologie, du cycle de vie et des paramètres biologiques du crabe des neiges sont indispensables pour, évaluer, cartographier et modéliser les stocks de crabe des neiges. Ces connaissances sont indispensables entre autres pour définir les limites du stock à évaluer, la technique, la

durée et la période durant laquelle l'échantillonnage doit être fait, les catégories à différentier dans les captures, l'identification des crabes de catégorie commerciale, la période annuelle d'ouverture de la pêche, la stratégie à utiliser pour un aménagement optimal du stock. »

The presentation was a general overview of snow crab biology based on the author's personal observations and interpretations. Snow crab biology has been extensively described in the scientific literature and several publications were made available as background reading to the participants prior to the meeting (see Annex 3).

A number of comments and points of discussion followed.

- It was not clear to a number of participants why the presentation was made and why so much discussion was taking place when there was such a large body of scientific literature on this topic and it had little consequence to the questions to be addressed during the framework review.

- The presenter made reference to the use of surplus production models and the use of MSY as a management objective which is falsely applied to snow crab because nothing about snow crab dynamics is constant or stable. It was counter-argued by some participants that the discussion of MSY and surplus production has nothing to do with the topic being discussed, that the statements made are misrepresentations of what is presently done for snow crab and how managers interpret MSY, and that it fails to account for a diverse range of domestic and international practices in the management of fisheries.

- On the point of the oscillations in snow crab abundance and the factors that may contribute to this, it was clarified by

durée et la période durant laquelle l'échantillonnage doit être fait, les catégories à différentier dans les captures, l'identification des crabes de catégorie commerciale, la période annuelle d'ouverture de la pêche, la stratégie à utiliser pour un aménagement optimal du stock. »

La présentation donne un aperçu général de la biologie du crabe des neiges d'après les interprétations et observations personnelles de l'auteur. La biologie du crabe des neiges est décrite en profondeur dans des ouvrages scientifiques et plusieurs publications ont été présentées aux participants avant la réunion, à titre d'information (voir l'annexe 3).

Un certain nombre de commentaires et de points de discussion s'ensuivent.

- Certains participants ne comprennent pas le but de la présentation et d'autant de discussions compte tenu du fait que les travaux scientifiques abondent sur le sujet et qu'elle a peu de conséquences sur les questions à aborder au cours de l'examen cadre.

- Le présentateur fait état de l'utilisation de modèles de production excédentaire et de la production maximale à l'équilibre comme objectif de gestion qui est faussement appliqué au crabe des neiges, puisque rien dans la dynamique du crabe des neiges n'est constant ou stable. Certains participants rétorquent que la production maximale à l'équilibre et la production excédentaire n'ont rien à voir avec le sujet discuté, que les déclarations faites sont de fausses indications des travaux en cours sur le crabe des neiges et de la façon dont les gestionnaires interprètent cette production maximale, et que la discussion ne tient pas compte du large éventail de pratiques de gestion des pêches à l'échelle nationale et internationale.

- Au sujet des oscillations liées à l'abondance du crabe des neiges et des facteurs contributifs possibles, des experts

experts that the oscillations in abundance can be most readily attributed to variations in settlement intensity, presumably the result of mixed effects of female spawning biomass and oceanographic features. Larvae do not do well if surface waters are too warm. Cannibalism is a recognized dynamic in snow crab, with large males eating intermediate crabs and the latter eating earlier stages. There is no indication that large adult males have an influence on the earliest settlement stage as suggested by the presenter. Large crab do not eat settling crab. Although the condition of terminal molt crab decreases over time and has less value for the fishery, their biological value to the population and reproduction increases over time. There is evidence of deficient mating in snow crab from the Bering Sea attributed to overexploitation of large males or a mismatch between the distribution of large males and mature females. Similarly, small mature males and primiparous females do mate as has been shown in laboratory studies and confirmed from observations in the field and they have a role in population dynamics.

précisent que ces oscillations peuvent être surtout attribuées à des variations dans l'intensité de l'installation au fond, qui sont sans doute le résultat des effets combinés de la biomasse du stock reproducteur femelle et des caractéristiques océanographiques. Les eaux de surface trop chaudes sont peu favorables aux larves. Le cannibalisme est une dynamique reconnue chez le crabe des neiges; les gros mâles mangent les crabes moyens, et ces derniers mangent les crabes plus petits. Rien n'indique que les gros mâles adultes ont une influence sur les tout premiers stades de la vie sur le fond, comme le suggère le présentateur. Les gros crabes ne mangent pas les crabes qui s'installent. Même si la condition du crabe de dernière mue diminue avec le temps et présente une valeur inférieure pour la pêche, sa valeur biologique pour la population et la reproduction augmente avec le temps. Des preuves révèlent que la déficience sur le plan de l'accouplement du crabe des neiges de la mer de Béring est attribuable à la surexploitation des gros mâles ou à une répartition inégale entre les gros mâles et les femelles matures. De même, des études en laboratoire démontrent, et des observations sur le terrain confirment, que les petits mâles matures et les femelles primipares s'accouplent et que ceux-ci jouent un rôle dans la dynamique de la population.

Following on this discussion, a participant noted that numerous statements made in this document, and previous industry documents, that include criticisms of the categorization of crab stages, the present assessment methods, and the development of catch advice and management strategies are unsubstantiated either by references to the extensive scientific literature or by analyses presented in the documents, are frivolous, and should not go unchallenged at a science peer review meeting. Some of the statements in these documents have been contested in the discussions above but there should be a clear indication from the participants of the interpretations and

Pour donner suite à cette discussion, un participant fait remarquer que le présent document et des documents antérieurs de l'industrie font souvent état du manque de fondement de la catégorisation des stades de crabes, des méthodes d'évaluation actuelles et de l'élaboration d'avis sur les prises et de stratégies de gestion, et que ces critiques ne sont pas appuyées sur des références à une littérature exhaustive ou sur des analyses présentées dans les documents. Ainsi les documents ne peuvent pas passer sans contestation et doivent faire l'objet d'un débat dans le cadre d'une réunion d'examen scientifique par des pairs. Certaines déclarations dans ces documents ont été

recommendations which can be scientifically defended and those which must be rejected.

contestées dans les discussions ci-dessus, mais les participants doivent clairement indiquer quelles sont les interprétations et les recommandations qui peuvent être défendues sur le plan scientifique et quelles sont celles qui doivent être rejetées.

## TOR 3. RECONSTRUCTING THE TIME SERIES: IS IT POSSIBLE TO RECONSTRUCT A HOMOGENEOUS TIME SERIES FOR 1989 TO PRESENT?

## CADRE DE REFERENCE 3. RECONSTRUCTION DE LA SERIE CHRONOLOGIQUE : EST-CE POSSIBLE DE RECONSTRUIRE UNE SERIE CHRONOLOGIQUE HOMOGENE POUR LA PERIODE ALLANT DE 1989 A AUJOURD'HUI?

The objective of this term of reference was to review the history of changes in survey coverage, survey protocols, the effects on snow crab biomass estimates of the sequential changes in methods and assessment models, and to recommend if and how a standardized time series could be retained. A reconstructed time series is important so that there can be an element of comparison over years. The question is how far back can we go? It must be long enough to have important information and based on data which are reasonable but it should not include periods where there are aberrations.

Le présent cadre de référence a pour but d'examiner l'évolution des changements dans la couverture des relevés, les protocoles de relevé, les effets des changements séquentiels sur les méthodes ainsi que des modèles d'évaluation sur les estimations de la biomasse du crabe des neiges, et de recommander un moyen de conserver une série chronologique normalisée, s'il y a lieu. Une série chronologique reconstruite est importante pour obtenir un élément de comparaison au fil des ans. La question est de savoir jusqu'à quelle période pouvons-nous remonter? Il faut revenir suffisamment longtemps en arrière pour pouvoir obtenir des renseignements importants et des séries chronologiques fondées sur des données raisonnables, mais exclure les périodes comportant des aberrations.

Five documents were considered under this TOR.

Cinq documents sont examinés dans ce cadre de référence :

WP04 - Moriyasu, Hébert, Wade, DeGrâce, and Biron. An update of the historic view of the survey protocols used for estimating abundance indices of southern Gulf of St. Lawrence snow crab from 1988 to 2010.

Document de travail 04 – Moriyasu, Hébert, Wade, DeGrâce et Biron. Mise à jour de l'aperçu historique des protocoles de relevé utilisés pour estimer les indices d'abondance du crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent de 1988 à 2010.

WP06 - Benoit. A comparison of the abundance, size composition, geographic distribution and habitat associations of snow crab (Chionoecetes opilio) in two bottom trawl surveys in the southern Gulf of St. Lawrence (part 2).

Document de travail 06 – Benoît. Comparaison de l'abondance, de la composition selon la taille, de la répartition géographique et des associations d'habitat du crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans deux relevés au chalut de fond dans le sud du

golfe du Saint-Laurent (partie 2).

WP02 - Wade, Moriyasu, Landry, Biron, and Hebert. Study of the importance of factors used during biomass estimates for snow crab, Chionoecetes opilio, stock in the southern Gulf of St. Lawrence.

Document de travail 02 – Wade, Moriyasu, Landry, Biron et Hébert. Étude de l'importance des facteurs utilisés au cours des estimations de la biomasse pour le stock de crabes des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

IND-DT07. Conan. Contexte technologique.

Document IND-DT07. Conan. Contexte technologique.

IND-DT06. Conan. Contexte historique.

Document IND-DT06. Conan. Contexte historique.

**Moriyasu et al. 2011. An update of the historic view of the survey protocols used for estimating abundance indices of southern Gulf of St. Lawrence snow crab from 1988 to 2010. Working Paper WP04**

In the past two decades of the snow crab survey history in the southern Gulf of St. Lawrence, some methodological adjustments and new equipment have been introduced to improve the procedure and accuracy of the net swept area calculations but the sampling protocol has remained similar since the beginning of the survey. The trawl net, Nephrops trawl (20 m Bigouden trawl net), has been consistent and the placement of the chain around the footrope has been consistent since 1991. Three different vessels have been used over the time series and comparative surveys of the vessels have not been conducted. The most important change was the use of a side-trawler vessel up to and including 1998 and the use of a stern trawler in 1999 to the present. Revised estimates of the distance towed with the stern trawler are presented. It is assumed that the catchability of the trawl for the commercial sized adult crab has been 100% in all years regardless of the boat used. The number of survey stations sampled annually has gradually been increased with the increases in the size of the sampling polygon. The 2006 to 2010 survey design serves as the reference since most of the methodologies recommended during the recent Snow Crab Kriging

**Moriyasu *et al.* 2011. Mise à jour de l'aperçu historique des protocoles de relevé utilisés pour estimer les indices d'abondance du crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent de 1988 à 2010. Document de travail 04**

Au cours des deux dernières décennies de l'histoire du relevé du crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent, certaines modifications méthodologiques et de nouveaux équipements ont été introduits afin d'améliorer la procédure et la précision du calcul de la surface balayée, mais le protocole d'échantillonnage est demeuré le même depuis le début du relevé. Depuis 1991, on a toujours utilisé le filet du chalut Nephrops (filet de chalut Bigouden de 20 m) et le placement de la chaîne autour de la ralingue inférieure. Trois différents navires ont été utilisés au cours de la série chronologique et des relevés comparatifs des navires n'ont pas été effectués. Le changement le plus important a été l'utilisation d'un chalutier latéral jusqu'en 1998 inclusivement et d'un chalutier à pêche arrière, de 1999 à aujourd'hui. Les estimations révisées de la distance tirée avec ce dernier sont présentées. On présume que la capturabilité du chalut pour le crabe mâle adulte de taille commerciale a été de 100 % pour toutes les années, quel que soit le navire utilisé. Le nombre de stations de relevé ayant fait l'objet d'un échantillonnage chaque année a graduellement augmenté avec les augmentations dans la taille du polygone d'échantillonnage. La conception du relevé de 2006 à 2010 sert de référence, puisque la

Methodology Workshop (DFO 2006) were put into practice.

Specific survey procedures described in the document include:

- From 1988 to 1998, the captain used a Loran-C receiver to locate the trawl stations and record the various positions during trawling. From 1991 to 1998, a Global Positioning System (GPS) was also used by the DFO scientist onboard. These data were used to redefine the start and end positions of the tow. When using a side trawler (1988-1998), the start of the tow was determined by the DFO scientist when the winch drums were locked and when the trawl effectively touched the bottom based on Scanmar data. The captain's start time location from 1988 to 1998 (except for 1989 and 1992) was recorded when the trawl was thrown into the water at the pre-determined station position independent of the start time position taken by the DFO scientist. Using the DFO science positions for start and end times of the tow resulted in shorter tow distances than those calculated based on the captain's start and end times. A shorter tow distance represents a reduced swept area for a similar net opening.

- The addition of new and more performing technologies such as temperature-depth sensor, DGPS positioning system and the Netmind®/eSonar® net monitoring system provide what are considered to be more reliable estimates of the effective tow length and trawl width. Examples of how the net mensuration data are used in determining a good tow and in the estimation of tow length and

plupart des recommandations faites au cours du récent atelier sur la méthodologie de krigeage du crabe des neiges (MPO 2006) ont été mises en pratique.

Les procédures de relevé spécifiques qui sont décrites dans le document comprennent les suivantes :

- De 1988 à 1998, le capitaine a utilisé le récepteur Loran-C pour localiser les stations de chalut et enregistrer les diverses positions pendant le chalutage. De 1991 à 1998, le scientifique du MPO à bord a également utilisé un système de positionnement global (GPS). Les données ainsi recueillies ont servi à redéfinir les positions de début et de fin du trait. Dans le cas du chalutier latéral (1988-1998), le scientifique du MPO déterminait le début du trait au moment où les tambours de treuil étaient verrouillés et où le chalut touchait le fond d'après les données du système Scanmar. L'emplacement du début indiqué par le capitaine de 1988 à 1998 (à l'exception de 1989 et de 1992) était enregistré lorsque le chalut était lancé dans l'eau à la position de station prédéterminée sans égard à la position du début prise par le scientifique du MPO. L'utilisation des positions déterminées par le scientifique du MPO pour le début et la fin du trait de chalut a donné lieu à des distances de trait plus courtes que celles calculées selon les positions de début et de fin du capitaine. Une distance de trait plus courte représente une surface balayée réduite pour une ouverture de filet semblable.

- On considère que les technologies nouvelles et plus performantes, telles que la sonde de température-profondeur, le système de positionnement (DGPS) et le système de suivi du comportement du chalut (Netmind®/eSonar®), offrent maintenant des estimations plus fiables de la longueur effective du trait et de l'ouverture du chalut. Des exemples sont présentés sur la façon dont les données de mensuration du filet sont utilisées pour

net width were presented.

A number of discussion points followed.

- Should show the time series distributions (annually using box plots for example) of a number of net mensuration and tow details including average vessel speed per tow, estimated tow distance per station, average trawl net opening per tow.

- Summary table in the document should indicate the number of actual sampling days at sea by year, rather than the number of days between the start and the end of the survey.

- Summary table in the document should also indicate the number of stations with bad tows and which were repeated, the number of stations where tows were considered adequate but the net mensuration data was not used to estimate the swept area.

- Both net spread and tow distance differed between the side trawler sampling prior to 1999 and the stern trawler sampling since 1999. There is a decline in tow length since 1999 when the stern trawler and the Netmind system are used. As tow speed and trawl set duration were fixed over the time series, the differences are all attributed to differences in defining the start and end points.

- The number of bad tows where the tow was repeated has increased over time likely as shallower grounds have been sampled. The proportion of bad tows resulting for example from tears in the net, has been generally higher for the Marco-Michel (since 2003) than for the

déterminer un bon trait et estimer la longueur du trait et l'ouverture du filet.

Un certain nombre de points de discussion s'ensuivent.

- On devrait montrer des distributions (sur une base annuelle, à l'aide de tracés en « box-plot » par exemple) de certains détails relatifs à la mensuration du filet et au trait, notamment la vitesse moyenne du navire par trait, la distance de trait estimée par station et la moyenne de l'ouverture du filet par trait de chalut.

- Le tableau récapitulatif qui figure dans le document devrait indiquer le nombre de jours réels d'échantillonnage en mer par année, plutôt que le nombre de jours entre le début et la fin du relevé.

- Le tableau récapitulatif dans le document devrait également indiquer le nombre de stations avec de mauvais traits et qui ont été répétées, le nombre de stations où les traits ont été considérés comme adéquats, mais dont les données de mensuration du filet n'ont pas servi à l'estimation de la surface balayée.

- L'ouverture du filet et la distance de trait diffèrent entre l'échantillonnage par chalutier latéral qui a été effectué avant 1999 et celui par chalutier à pêche arrière qui est effectué depuis 1999. Depuis 1999, la longueur du trait a diminué depuis que le chalutier à pêche arrière et le système Netmind sont utilisés. Puisque la vitesse de trait et la durée des traits de chalut étaient fixes pendant la série chronologique, les écarts sont tous attribuables aux différentes façons dont les points de début et de fin ont été définis.

- Le nombre de traits inadéquats nécessitant une répétition a augmenté avec le temps, probablement lors de l'échantillonnage en eaux peu profondes. En général, la proportion de mauvais traits résultant de déchirures dans le filet par exemple, a été plus élevée dans le cas du

other vessels. In addition to the previous point of sampling more difficult grounds as the survey coverage expanded, there may be more tearing when the trawl encounters obstacles due to the inertia of the more powerful vessel.

- The information on net mensuration and vessel characteristics collected during the survey and used to estimate the swept area has exceeded many government and industry standards for monitoring fishing activities.

- Work should continue to validate and improve the time series prior to 1997 using auxiliary data such as the RV survey which has standardized gear and vessel changes.

Marco-Michel (depuis 2003) que les autres navires. En plus du point précédent sur l'échantillonnage de fonds plus difficiles lorsque la couverture du relevé est élargie, les cas de déchirure peuvent être plus fréquents lorsque le chalut rencontre des obstacles en raison de l'inertie du navire plus puissant.

- Les renseignements sur la mensuration du filet et les caractéristiques de navire qui ont été recueillis dans le cadre du relevé et utilisés pour estimer la surface balayée dépassent un grand nombre de normes gouvernementales et de l'industrie en matière de surveillance des activités de pêche.

- Le travail devrait continuer afin de valider et d'améliorer la série chronologique antérieure à 1997 à l'aide de données auxiliaires, comme le relevé scientifique qui a été normalisé pour l'engin et les changements dans les navires de recherche.

**Benoit, H. 2011. A comparison of the abundance, size composition, geographic distribution and habitat associations of snow crab (*Chionoecetes opilio*) in two bottom trawl surveys in the southern Gulf of St. Lawrence (part 2). Working Paper WP06**

The second part of the working paper examined whether an uncalibrated change in the vessel used to undertake the crab survey after 2002 resulted in a systematic change of catchability of snow crab in that survey (ToR 3a.i). Because the RV survey time series data are standardized for all years from 1971-2011 (except 2003), they constitute a benchmark against which to examine the relative catchabilities of snow crab of various sizes in the snow crab survey before and following the vessel change. Another change in vessel in 1999 and a change in gear configuration in 1990 represent two other instances in which the catchability of snow crab to the crab survey may have changed. While these also could

**Benoit, H. 2011. Comparaison de l'abondance, de la composition selon la taille, de la répartition géographique et des associations d'habitat du crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans deux relevés au chalut de fond dans le sud du golfe du Saint-Laurent (partie 2). Document de travail 06**

La deuxième partie du document de travail porte sur la possibilité qu'un changement non étalonné dans le navire utilisé pour le relevé sur le crabe après 2002 ait entraîné un changement systématique de capturabilité du crabe des neiges dans ce relevé (cadre de référence 3.a.i). Étant donné que les données concernant la série chronologique du relevé miltispécifique sont normalisées pour toutes les années entre 1971 et 2011 (sauf 2003), elles constituent un point de repère pour examiner les capturabilités relatives du crabe des neiges de différentes tailles dans le relevé sur le crabe des neiges, avant et après le changement de navire. Un autre changement de navire en 1999 et un changement dans la configuration des engins en 1990 sont deux

be evaluated using the data from the RV survey, this was not attempted here because prior to 2001 information on the size composition of snow crabs was not collected in the RV survey. Perspectives on how this could be done subsequent to the framework meeting are provided in the Discussion.

autres cas où la capturabilité du crabe des neiges peut avoir changé. Même si ces changements pourraient également faire l'objet d'une évaluation au moyen des données du relevé multispécifique, cela n'a pas été tenté puisqu'avant 2001, les renseignements sur la composition selon la taille des crabes des neiges n'avaient pas été recueillis dans ce relevé. Des points de vue sur la façon dont cela pourrait être effectué par suite de la réunion cadre sont présentés aux fins de discussion.

It appears that the vessel used in the crab survey from 1999-2002 was more efficient in 2001 and 2002 at catching snow crab compared to the present vessel. From the perspective of relative abundance, this would mean that the abundance of crab prior to 2003 was lower than is presently perceived, assuming equal catchability among vessels. However, prior to concluding that this is the case, a more rigorous analysis of relative catchability should be undertaken.

Il semble que le navire utilisé pour le relevé sur le crabe de 1999 à 2002 était plus efficace en 2001 et 2002 pour pêcher des crabes des neiges que le navire précédent. Du point de vue de l'abondance relative, cela signifierait que l'abondance des crabes avant 2003 était inférieure à celle observée aujourd'hui, en supposant un potentiel de capture égal d'un navire à l'autre. Toutefois, avant de parvenir à cette conclusion, une analyse plus rigoureuse de la capturabilité doit être entreprise.

Points of discussion

- Invertebrates captured during the September RV survey have been sampled since 1980. Standard sampling protocols are used and for snow crab, it is unlikely that there is sub-sampling conducted as the individual trawl catches are not so large and it is difficult to obtain a random sub-sample from many invertebrate species.

- A description of the Western IIA trawl would be useful in the document as not all participants were familiar with its configuration (as was done for the Nephrops trawl in the document by Moriyasu et al.)

- Standardization of time series is important and verification of changes in catchability among vessels is an important research initiative. Note that

Points de discussion

- Les invertébrés capturés au cours du relevé multispécifique de septembre sont échantillonnés depuis 1980. Des protocoles d'échantillonnage normalisés sont utilisés et, dans le cas du crabe des neiges, il est peu probable qu'un sous-échantillonnage soit effectué puisque les captures individuelles par chalutage ne sont pas aussi importantes et qu'il est difficile d'obtenir un sous-échantillon aléatoire de nombreuses espèces d'invertébrés.

- Une description du chalut Western IIA serait utile dans le document puisque les participants ne connaissent pas tous sa configuration (comme cela a été fait pour le chalut Nephrops dans le document de Moriyasu *et al.*).

- La normalisation des séries chronologiques est importante et la vérification des changements dans le potentiel de capture entre les navires est

the September RV survey does not use net mensuration information to estimate swept area. The tows are standardized in terms of tow speed, warp deployed (by depth), and vessel mechanics and all of these factors are considered during the comparative surveys and to calculate the vessel-gear calibration coefficients.

- The September RV data has great potential for co-kriging with the present snow crab survey. This would consider the covariance structure among the surveys.

- The trends in abundance of snow crab from the RV survey should be shown in the document as they generally corroborate the trends from the snow crab survey.

**Conan, G. 2011. Contexte technologique. Working Paper IND-DT07**

Although the document refers to technological aspects of trawl net mensuration, the presenter commented on a number of other aspects of biomass estimation back in time including the changes in the sampling polygon coverage and the inadequacy of reconstructing series based on limited sampling which can result in unjustified extrapolation. A participant from the industry in area 12 indicated that the issue raised by them was regarding the recalculation of biomass prior to 2006 which resulted in what they considered to be inflated biomasses which resulted in the application of restrictive management measures in subsequent years, i.e. lower exploitation rates than they consider should have been applied. There were therefore direct consequences to the industry of the science decisions made on the reconstruction of the time series.

une initiative de recherche importante. Il est à noter que le relevé de septembre effectué par le navire de recherche n'utilise pas les renseignements sur la mensuration du filet pour estimer la surface balayée. Les traits sont normalisés en ce qui concerne la vitesse de trait, la fune déployée (selon la profondeur) et la mécanique de bord. Tous ces facteurs sont pris en considération dans les relevés comparatifs ainsi que dans le calcul des coefficients de calibrage engin/navire

- Les données de septembre obtenues grâce au relevé multispécifique présentent un fort potentiel de cokrigeage avec le relevé actuel sur le crabe des neiges. La structure de covariance entre les relevés serait alors prise en compte.

- Le document devrait indiquer les tendances concernant l'abondance du crabe des neiges dans le relevé multispécifique puisque celles-ci corroborent en général les tendances du relevé sur le crabe des neiges.

**Conan, G. 2011. Contexte technologique. Document de travail IND-DT07**

Bien que le document renvoie aux aspects technologiques de la mensuration du chalut, le présentateur parle d'autres aspects de l'estimation chronologique de la biomasse, notamment des changements dans la couverture du polygone d'échantillonnage et des lacunes liées à la reconstruction d'une série en se fondant sur un échantillonnage limité qui peut entraîner une extrapolation injustifiée. Un participant de l'industrie de la zone 12 indique que la question soulevée concerne le recalcul de la biomasse pour la période précédant 2006, recalcul qui, selon l'industrie, a contribué à gonfler les biomasses et a entraîné l'application de mesures de gestion restrictives dans les années subséquentes, c'est-à-dire des taux d'exploitation plus faibles que ceux qui auraient dû être appliqués. Cela a donné lieu à des conséquences directes pour l'industrie des décisions scientifiques qui ont été prises

sur la reconstruction de la série chronologique.

A number of points of discussion ensued which addressed mostly the issue of extrapolation outside the sampling polygon rather than points associated with the net mensuration methods.

Certains points de discussion s'ensuivent, et qui portent essentiellement sur l'extrapolation à l'extérieur du polygone d'échantillonnage plutôt que les points associés aux méthodes de mensuration du filet.

- The presenter clarified that he used ordinary kriging to illustrate the inadequacies of extrapolating to unsampled areas (outside the sampling polygon). The choice of variogram also has consequences and the assumption that there is no nugget value in the variogram has consequences on the extrapolation results.

- Le présentateur précise qu'il a utilisé un krigeage ordinaire pour illustrer les lacunes d'une extrapolation appliquée à des zones non échantillonnées (à l'extérieur du polygone d'échantillonnage). Le choix du variogramme a également des conséquences et l'hypothèse selon laquelle il n'y a aucune valeur de pépite dans le variogramme a des conséquences sur les résultats d'extrapolation.

- The analyses presented by Cadigan proposed that information on spatial distribution should be borrowed across time to assist in filling in the gaps. In addition, the September RV survey data could also be considered to assist in defining the relative abundance over the larger geographic field.

- Les analyses présentées par Cadigan proposent que les renseignements sur la répartition spatiale soient considérés à travers le temps pour aider à combler les lacunes. De plus, les données du relevé de septembre effectué par le navire de recherche pourraient également être prises en compte pour aider à définir l'abondance relative sur un plus grand espace géographique

- Many of these points of discussion were deferred to after consideration of Working Paper 02 by Wade et al.

- Plusieurs de ces points de discussion sont reportés après l'examen du document de travail 02 par Wade *et al.*

**Wade, et al. 2011. Study of the importance of factors used during biomass estimates for snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock in the southern Gulf of St. Lawrence. (part 2) Working Paper WP02**

The first part of the presentation quantified the effect of sequential changes in survey design, swept area calculations and modelling assumptions and decisions up to and including 1999. This addressed specifically the TOR 3.b, review of differences associated with the adjustments back in time to reconstruct the time series. To compare the impact of these changes on the biomass estimates, biomass estimates from the original analyses were compared to estimates derived with seven other variants which alter one factor at a time. The biggest effect was updating the swept area for the early time period, prior to 1998, followed by the cumulative changes in the zone polygons. The elimination of pseudo-zeroes with OK results in an increase in biomass whereas the use of KED rather than OK without pseudo-zeroes results in a slight decrease in biomass. Changes in variogram methodologies and using weights rather than counts present the smallest differences. Overall, the final variant of the model based on the presently used assessment method (variant 6) results in differences from the older assessments (variant 0) of +100% to +47% with a mean of +80.0% from the 1989 to 1997 assessments. The effects of the factor changes on the assessments after 1998 are less, with differences of between +39% to +10% with a mean of +25.5%. The most important factor changes since 1999 are the changes in the polygons with combined differences of +18.7% and the removal of pseudo zeroes with a difference of 10.5%. The remaining factors, the change in kriging type and the averaging of the model, represent 2% and 2.5% differences respectively.

**Wade *et al.* 2011. Étude de l'importance des facteurs utilisés au cours des estimations de la biomasse pour le stock de crabes des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent. Document de travail 02 (partie 2)**

La première partie de la présentation porte sur la quantification de l'effet des changements séquentiels dans la conception du relevé, le calcul de la surface balayée ainsi que les décisions et les hypothèses de modélisation jusqu'en 1999 inclusivement, et plus particulièrement le cadre de référence 3.b – examen des différences associées aux rajustements chronologiques pour permettre la reconstruction de la série chronologique. Pour comparer les impacts de ces changements sur les estimations de la biomasse, les estimations de la biomasse des analyses initiales sont comparées aux estimations calculées avec sept autres variantes qui modifient un facteur à la fois. La plus grande incidence concerne les révisions des calculs de l'aire balayée pour la première série chronologique, avant 1998, suivies des changements cumulatifs dans les polygones de zones. La suppression des pseudo-zéros avec un krigeage ordinaire produit une augmentation de la biomasse, tandis que l'utilisation d'un krigeage avec dérive externe plutôt qu'un krigeage ordinaire sans pseudo-zéro produit une légère diminution de la biomasse. Les changements de méthodologies de variogramme et l'utilisation des poids plutôt que des abondances présentent le moins de différences. En général, la variante finale du modèle établi d'après la méthode d'évaluation actuellement utilisée (variante 6) produit des différences par rapport aux évaluations plus anciennes (variante 0) de +100 % à +47 %, avec une moyenne de +80 % par rapport aux évaluations de 1989 à 1997. Les effets des changements de facteurs sur les évaluations ultérieures à 1998 sont moindres, avec des différences de +39 % à +10 % et une moyenne de +25,5 %. Les changements de facteurs les plus importants depuis 1999 sont ceux qui ont été apportés dans les polygones avec des différences combinées de +18,7 %

et la suppression des pseudo-zéros avec une différence de 10,5 %. Les autres facteurs, le remplacement dans le type de krigeage et l'utilisation de la moyenne du modèle, représentent des différences de 2 % et de 2,5 % respectivement.

The second part of the presentation from working paper 02 addressed TOR 3.c.i - Examine bias associated with expanding polygon without sampling in extended zone using data from 2006 to 2010. To study the effect of extrapolating crab densities using kriging over unsampled areas, the data from the 2006 to 2009 surveys which covered a large standardized area were used to estimated the biomass for these years using all of the available data with two types of kriging analysis (KED and OK). Then by using the sampling pattern from other years with reduced sampling coverage, the biomass estimates from the 2006 to 2009 were re-evaluated by extrapolation to the large polygon. KED performed better than OK while using envelopes of samples from years prior to 1997. For analysis using envelopes of samples from 1997 to 2005, results also show that KED presents little or no bias despite extrapolating over unsampled areas indicating that the time series from 1997 to 2005 can be adequately adjusted to the present gulf polygon thus conserving that time series. Using the same approach, kriging techniques (KED and OK) were compared using the larger estimation polygon covering 20 to 200 fathom (58628 $km^2$) and by estimating biomass based on a changing sampling coverage. The percentage of bias is also consistently smaller for KED compared to OK. For OK, the bias is approximately 20% when the sampling patterns from 1997 to 2005 are considered, and is approximately 25 to 40% when considering the sampling pattern prior to 1995. KED performed better than OK while using envelopes of samples from years prior to 1997. For analysis using envelopes of samples from 1997 to 2005, results show that KED resulted in bias from 0% to 5% and presents less bias than for OK.

La deuxième partie de la présentation du document de travail 02 porte sur le cadre de référence 3.c.i – Examiner le biais associé à l'élargissement du polygone sans faire d'échantillonnage dans la zone élargie, en utilisant des données de 2006 à 2010. Pour étudier l'effet de l'extrapolation des densités de crabe avec un krigeage sur des zones non échantillonnées, les données des relevés de 2006 à 2009 qui couvraient une grande zone normalisée ont été utilisées pour estimer la biomasse de ces années au moyen de toutes les données disponibles avec deux types d'analyse de krigeage (krigeage avec dérive externe et krigeage ordinaire). Puis, en utilisant le modèle d'échantillonnage d'autres années avec une couverture d'échantillonnage réduite, les estimations de biomasse de 2006 à 2009 ont été réévaluées par extrapolation au grand polygone. Le krigeage avec dérive externe s'est avéré plus efficace que le krigeage ordinaire dans l'utilisation d'enveloppes d'échantillons des années antérieures à 1997. Les résultats d'analyse utilisant des enveloppes d'échantillons de 1997 à 2005 démontrent également que le krigeage avec dérive externe ne présente pratiquement pas de biais, malgré l'extrapolation sur des zones non échantillonnées, indiquant que la série chronologique de 1997 à 2005 peut être adéquatement ajustée au polygone actuel du golfe et qu'elle peut être conservée. En procédant de la même façon, les techniques de krigeage (krigeage avec dérive externe et krigeage ordinaire) ont été comparées en utilisant le plus grand polygone d'estimation couvrant de 20 à 200 brasses (58 628 $km^2$) et en estimant la biomasse d'après une couverture d'échantillonnage changeante. De plus, le pourcentage de biais du krigeage avec dérive externe est toujours plus petit que le krigeage ordinaire. Dans le cas du krigeage ordinaire, le biais est d'environ 20 % lorsque les modèles d'échantillonnage de 1997

à 2005 sont pris en compte et d'environ 25 à 40 % lorsque le modèle d'échantillonnage antérieur à 1995 est considéré. Le krigeage avec dérive externe s'est avéré plus efficace que le krigeage ordinaire dans l'utilisation d'enveloppes d'échantillons des années antérieures à 1997. Les résultats d'analyse utilisant des enveloppes d'échantillonnage de 1997 à 2005 démontrent que le krigeage avec dérive externe produit un biais de 0 % à 5 % et que celui-ci est inférieur au krigeage ordinaire.

Points of discussion and conclusion

- There was consensus that the 1997 to 2010 time series of estimated biomass for the Gulf polygon of 44302 $km^2$ obtained by local neighbourhood KED with depth as auxiliary variable and the 3-year average variogram could be considered a standardized time series.

- Before 1997, further examination of proposals for data and analyses are required, such as using the RV data and time series in co-kriging, examining analytical approaches described by Cadigan in working paper 11.

- Even for the inference polygon defined by the 20 to 200 fathom range (58628 $km^2$), the 1997 to 2010 time series can also be considered a standardized time series for the purpose of stock assessment, development of reference points and provision of catch advice.

- It was recommended that this working paper be upgraded to a research document. In the research document, the cross-validation analysis should be extended in include 2010 and in the February 2012 assessment, the analysis should include 2011.

Points de discussion et conclusion

- De l'avis de tous, la série chronologique de 1997 à 2010 de la biomasse estimée pour le polygone du golfe de 44 302 $km^2$ (obtenue par krigeage avec dérive externe du voisinage local en appliquant la profondeur comme variable auxiliaire et le variogramme moyen sur trois ans) pourrait être considérée comme une série chronologique normalisée.

- Pour la période antérieure à 1997, un examen approfondi des propositions de données et d'analyses est nécessaire, comme l'utilisation des données obtenues du navire de recherche et les séries chronologiques dans le cokrigeage, portant sur les approches analytiques que décrit Cadigan dans le document de travail 11.

- Même dans le cas du polygone d'inférence à une distance de 20 à 200 brasses (58 628 $km^2$), la série chronologique de 1997 à 2010 peut également être considérée comme étant une série chronologique normalisée aux fins de l'évaluation du stock, de l'élaboration de points de référence et de l'apport d'avis en matière de prises.

- On recommande que le présent document de travail obtienne le statut de document de recherche. Dans le document de recherche, l'analyse de la validation croisée devrait être prolongée pour inclure 2010 et dans l'évaluation de février 2012, l'analyse devrait inclure 2011.

**Conan, G. 2011. Contexte historique. Working Paper IND-DT06**

The presentation included a table and figures from an industry report which had been sent to the Minister's office in March 2011 contesting the peer reviewed stock assessment from February 2011. This report had been made available as information to the meeting participants, in the directory titled "Industry Reports" and the document in question was titled "2011_-_Biomass_estimates_-_Dr._Conan.pdf). The premise of the presenter was that the arithmetic mean of the biomass estimate and the value obtained by OK were closer than the values using KED as presented by DFO therefore the OK values were more appropriate. Other choices made by DFO including the size of the inference polygon, the use of three-year average variograms, the use of KED with depth as an auxiliary variable are contested by the presenter.

There was extensive discussion on several contentious points.

- It was not obvious to meeting participants what were the contentious issues raised by industry. The differences in biomass reported by industry were attributed to differences in modeling choices including using a variogram with a narrow range of effect and OK which will quickly use the sampling mean to interpolate and extrapolate points, and the use of the larger inference polygon than the standard polygon used by DFO.

- Given the sampling design since 2006, there is no extrapolation being done, even if the estimate was for the larger 20 to 200 fa polygon.

**Conan, G. 2011. Contexte historique. Document de travail IND-DT06.**

La présentation comprend un tableau et des figures d'un rapport de l'industrie qui avait été envoyé au cabinet du Ministre en mars 2011 contestant l'examen par les pairs concernant les évaluations de stock de février 2011. Ce rapport avait été présenté à titre informatif aux participants à la réunion, dans le répertoire intitulé « Rapports de l'industrie » et le document en question était intitulé« 2011_-_Biomass_estimates_-_Dr._Conan.pdf ». La prémisse du présentateur est que la moyenne arithmétique de l'estimation de la biomasse et la valeur obtenue par krigeage ordinaire sont plus près que les valeurs obtenues par krigeage avec dérive externe telles qu'elles ont été présentées par le MPO et, par conséquent, que les valeurs du krigeage ordinaire sont plus appropriées. Le présentateur conteste les autres choix du MPO, y compris la taille du polygone d'inférence, l'utilisation de variogrammes basés sur une moyenne de trois ans et le krigeage avec dérive externe en utilisant la profondeur comme variable auxiliaire.

De longues discussions ont lieu sur plusieurs points litigieux.

- Les participants trouvent que les points litigieux soulevés par l'industrie ne sont pas évidents. Les différences de biomasse indiquées par l'industrie sont attribuables aux différences dans le choix des modèles, y compris l'utilisation d'un variogramme avec une gamme étroite d'effets et le krigeage ordinaire qui utilise rapidement la moyenne d'échantillonnage pour interpoler et extrapoler des points, et l'utilisation du plus grand polygone d'inférence que le polygone standard dont se sert le MPO.

- Compte tenu de la conception de l'échantillonnage depuis 2006, aucune extrapolation n'est effectuée, même si l'estimation s'appliquait au plus grand polygone de 20 à 200 brasses.

- There were issues raised regarding how the arithmetic mean was calculated by the presenter. He indicated that he gave equal weight to all the samples. It was argued that since the sampling design is based on lattice sampling with the randomization being initially by grid, then the weights should be by grid and not by sampling point, in which case, the mean of the points within a grid should be used and a weighted average by area of each grid would be the appropriate way to calculate the arithmetic mean.

- Des questions sont soulevées concernant la façon dont le présentateur a calculé la moyenne arithmétique. Celui-ci indique qu'il a attribué un poids égal à tous les échantillons. On fait valoir que puisque le plan d'échantillonnage est fondé sur un échantillonnage en treillis avec tirage aléatoire initial par grille, les poids devraient être par grille et non par point d'échantillonnage. Ainsi, la moyenne des points à l'intérieur d'une grille devrait être utilisée et une moyenne pondérée par surface de chaque grille serait la façon appropriée de calculer la moyenne arithmétique.

**November 24, 2011**

The fourth day opened with an update of information by H. Benoît showing the similarities in the trends of the snow crab indices from the September RV survey and the estimates derived from the snow crab survey.

**Le 24 novembre 2011**

Le quatrième jour débute par une mise à jour des renseignements par H. Benoît, qui présente les similarités dans les tendances des indices du crabe des neiges provenant du relevé de septembre effectué par le navire de recherche et les estimations qui découlent du relevé sur le crabe des neiges.

## TOR 4 - ESTIMATION OF BIOMASS WITHIN MANAGEMENT AREAS

This final term of reference was to review and recommend the approaches to be used to estimate biomass in the four management areas within the southern Gulf. Under the current management of the snow crab stock, global estimates of commercial biomass are used to analyze catch options for the southern Gulf. However, the fishery is managed using four management areas and management is interested in biomass estimates within the management areas, as one possible way of distributing the overall quota among the management areas. The estimates within the smaller management areas had large confidence intervals. There were also discrepancies in the assumptions of the existing methods which resulted in the sum of estimates in individual zones not being equal to the overall value for the southern Gulf.

## CADRE DE REFERENCE 4. ESTIMATION DE LA BIOMASSE AU SEIN DES ZONES DE GESTION

Ce dernier cadre de référence a pour but d'examiner et de recommander des façons d'estimer la biomasse des quatre zones de gestion dans le sud du golfe. D'après la gestion actuelle du stock de crabe des neiges, les estimations globales de la biomasse commerciale sont utilisées pour analyser les options d'exploitation relatives au sud du golfe. Toutefois, la pêche est gérée au moyen de quatre zones de gestion, et les gestionnaires s'intéressent aux estimations de la biomasse à l'intérieur des zones de gestion comme moyen possible pour répartir le quota total parmi les zones de gestion. Les estimations dans les zones de gestion plus petites ont un grand intervalle de confiance. De plus, certaines divergences dans les hypothèses des méthodes existantes font en sorte que la somme des estimations dans les zones individuelles n'est pas égale à la valeur globale pour le sud du golfe.

One working paper was considered under this TOR.

WP03 - Wade, Moriyasu, Biron, and Hébert. Biomass estimations within individual management zones of the snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock in the southern gulf of St- Lawrence.

**Wade et al. 2011. Biomass estimations within individual management zones of the snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock in the southern gulf of St-Lawrence. Working Paper WP03**

Issues that are addressed included the following.

- Greater uncertainty in the estimates of biomass in the smaller zones.
    - To reduce the variance in each zone, the only way to do this is to either increase sampling intensity or to use auxiliary information such as from the RV survey, for example.
- The sum of management zone estimates does not always equal the Gulf wide estimate.
    - The primary reason for this was that the estimates of abundance for the southern Gulf were made on density of crab in number per km² and the biomass was calculated based on a mean weight of crab as estimated from a common length to weight relationship using the length distributions from the trawl survey. When the biomass was estimated for each zone, the mean density of crab in number per km² was calculated for each zone and the biomass in the zones was estimated using the common length to weight relationship but using the area specific length

Un document de travail est examiné dans ce cadre de référence :

Document de travail 03 – Wade, Moriyasu, Biron et Hébert. Estimations de la biomasse au sein des zones de gestion individuelles concernant le stock de crabes des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

**Wade *et al.* 2011. Estimations de la biomasse au sein des zones de gestion individuelles concernant le stock de crabes des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent. Document de travail 03**

Les questions traitées sont les suivantes :

- Plus grande incertitude concernant les estimations de la biomasse dans les zones plus petites.
    - La seule façon de réduire la variance dans chaque zone est d'augmenter l'intensité de l'échantillonnage ou d'utiliser des renseignements auxiliaires comme ceux provenant du relevé effectué par le navire de recherche.
- La somme des estimations de la zone de gestion n'est pas toujours égale à l'estimation à l'échelle du golfe.
    - La principale raison est que les estimations de l'abondance dans le sud du golfe sont calculées en fonction de la densité du crabe (nombre par km²) et que la biomasse est calculée en fonction d'un poids moyen du crabe, estimé d'après une relation longueur-poids commune en utilisant les répartitions des longueurs du relevé au chalut. Une fois la biomasse estimée pour chaque zone, la densité moyenne du crabe en nombre par km² est calculée pour chaque zone et la biomasse dans les zones est estimée en utilisant la relation longueur-poids, mais aussi les répartitions des

distributions from the trawl survey.

- The use of weight of crab rather than number of crab to derive the biomass estimates overall and in each management area resolves the discrepancy between the southern Gulf estimate and the sum of the individual management areas. In WP02, Wade et al. showed that using weights directly rather than number of crab with subsequent conversion to biomass resulted in a decrease in estimated biomass ranging from 0% to 5.3% over the 1990 to 2010 time series.
    - It was agreed that using weights was the better approach.
    - On the issue of calculating weight of crab at each sampling station, it was indicated that during the survey, weights are not measured at sea but carapace width of crabs are measured and the weight is calculated using a standard length to weight relationship. An ideal weight of crab is therefore obtained, regardless of whether a crab has missing appendages or the carapace condition of the crab. It was indicated that newly moulted crab weigh less than hard-shelled crab although it was argued that the difference would not be very large because the specific density of flesh is very close to the density of water and newly moulted animals contain a large amount of water rather than flesh.
    - The issue of weighing crab during the survey versus measuring carapace width and converting to weight was not considered a big issue. Weights are difficult to collect on board although such balances are used in DFO research vessel surveys. However, if there was to be a change from the present method to weighing crabs at sea, then both methods should be used to assess

longueurs spécifiques provenant du relevé au chalut.

- L'utilisation du poids des crabes plutôt que de leur nombre pour obtenir les estimations globales de la biomasse et dans chaque zone de gestion corrige l'écart entre l'estimation du sud du golfe et la somme des zones de gestion individuelles. Dans le document de travail 02, Wade *et al.* démontrent que le calcul direct du poids des crabes plutôt que le calcul de leur nombre suivi d'une conversion à la biomasse diminue la biomasse estimée de 0 % à 5,3 % pendant la série chronologique de 1990 à 2010.
    - Il est convenu que l'utilisation du poids est la meilleure approche.
    - Au sujet du calcul du poids des crabes à chaque station d'échantillonnage, on indique que pendant le relevé, on ne mesure pas le poids en mer, mais plutôt la largeur de la carapace des crabes pour ensuite calculer le poids en utilisant une relation de longueur-poids. On obtient ainsi le poids idéal du crabe, peu importe l'absence d'appendices ou la condition de la carapace. On indique que le poids d'un crabe qui vient de muer est inférieur à celui d'un crabe à carapace dure. On fait toutefois valoir que la différence n'est pas très importante puisque la densité spécifique de la chair est très près de celle de l'eau et que les individus qui viennent de muer contiennent une grande quantité d'eau au lieu de la chair.
    - La question de peser le crabe pendant le relevé plutôt que de mesurer la largeur de sa carapace et de la convertir en poids n'est pas considérée comme étant très importante. Le pesage est difficile à effectuer à bord d'un navire, bien que des balances soient utilisées dans des relevés de navire de recherche du MPO. Toutefois, si un changement devait être apporté à la méthode actuelle de

the differences this change would have on the estimation of biomass.

pesage du crabe en mer, alors les deux méthodes devraient être utilisées pour évaluer les différences que ce changement pourrait signifier dans l'estimation de la biomasse.

- Attribution of buffer zones to management areas
    - Buffer zones were established in areas that were within the historical Area 12 zone. The area contained within those buffer zones is 497 km² and represents 1.1% of the southern Gulf inference polygon of 44, 302 km². In the past assessment, this area has been excluded from the polygon used to estimate the biomass of snow crab in area 12.
    - Whether or not to include the buffer zone areas within the area 12 polygon is a management decision.

- Attribution de zones tampons aux zones de gestion
    - Des zones tampons ont été établies dans les zones situées au sein de la zone historique 12. La superficie de ces zones tampons est de 497 km² et représente 1,1 % du polygone d'inférence de 44 302 km² du sud du golfe. Dans la dernière évaluation, cette zone a été exclue du polygone utilisé pour estimer la biomasse du crabe des neiges dans la zone 12.
    - L'inclusion ou non des zones tampons dans le polygone de la zone 12 est une décision de gestion.

- Estimation of biomasses within each management zone
    - At present, the same method used for estimating the biomass in the southern Gulf is used to estimate biomass in each management area. This is:
        - Gulf wide variogram averaged over three years is used.
        - Point kriging by KED with depth as an auxiliary variable using local neighbourhood estimation. All points in the sampling polygon are available. In the 32 nearest neighbour search, there is a constraint that there should be a maximum of 8 points per quadrat but there is no constraint on distance. There can be zero points in a quadrat. The 32 point search is for each interpolated point and the biomass estimate is the integration over the area polygon.
        - Estimation variance for each management zone is derived by

- Estimation de la biomasse au sein de chaque zone de gestion
    - À l'heure actuelle, la méthode utilisée pour estimer la biomasse dans le sud du golfe est la même que celle utilisée dans chaque zone de gestion. Cette méthode est la suivante :
        - Une moyenne sur trois ans de variogrammes à l'échelle du golfe est utilisée.
        - Krigeage par point avec dérive externe et la profondeur comme variable auxiliaire utilisant l'estimation du voisinage local. Tous les points dans le polygone d'échantillonnage sont disponibles. Dans la recherche du voisinage le plus proche (32 points), une limite de 8 points par quadrant est imposée, mais il n'existe aucune limite pour la distance. Il est possible qu'un quadrant ne contienne aucun point. La recherche de 32 points s'applique à chaque point interpolé et l'estimation de la biomasse est l'intégration du polygone de la zone.
        - La variance de l'estimation pour chaque zone de gestion est calculée

block (polygon) kriging within each zone.

selon le krigeage par blocs (polygone) à l'intérieur de chaque zone.

A larger discussion on the estimation method using geostatistics and methods to validate the models ensued from the discussion on area specific estimates of abundance.

Une discussion plus générale sur la méthode d'estimation à l'aide de la géostatique et de méthodes pour valider les modèles se poursuit à partir de la discussion sur les estimations d'abondance propres à une zone.

- Presently, nearest neighbour is not defined keeping account of the depth dimension. A point at the same depth as a neighbour may be more a neighbour than one which is at a different depth. As well, depth is presently used on the linear scale but it could be considered on the log scale, as was done by Evans in WP09.

- À l'heure actuelle, le voisinage le plus proche n'est pas défini en tenant compte de la dimension de profondeur. Un point situé à la même profondeur qu'un point voisin peut être davantage un voisin qu'un point situé à une profondeur différente. De même, la profondeur est actuellement utilisée sur l'échelle linéaire, mais elle peut être considérée sur l'échelle logarithmique, comme Evans l'indique dans le document de travail 09.

- A proposal was made that to compare methods, for example KED vs OK, and software, this should be done with simulated data. However, the results of the comparisons depend entirely upon the assumptions of the simulated data. For example, if the simulated data are generated assuming that there is no association between an auxiliary variable such as depth and the local abundance, then a model that uses KED with such an auxiliary variable will not perform better than OK. The most readily accessible way to do comparisons is by cross-validation, as has been presented in several working papers of Wade et al. To date, cross-validation demonstrated that KED with depth as auxiliary variable was more efficient (based on the metric used, residual error) than OK and more stable as illustrated by varying the sampling polygon. No analyses were presented that indicated that OK was more efficient.

- On propose de comparer des méthodes, par exemple le krigeage avec dérive externe et le krigeage ordinaire, ainsi que des logiciels à l'aide de données simulées. Toutefois, les résultats des comparaisons dépendent entièrement des hypothèses des données simulées. Par exemple, si les données simulées sont générées en présumant qu'il n'y a aucune association entre une variable auxiliaire comme la profondeur et l'abondance locale, le modèle de krigeage avec dérive externe qui utilise une telle variable auxiliaire ne donnera pas de meilleurs résultats que le modèle de krigeage ordinaire. La façon la plus facilement accessible de faire des comparaisons est par validation croisée, comme l'indiquent plusieurs documents de travail de Wade *et al.* À ce jour, la validation croisée démontre que le krigeage avec dérive externe utilisant la profondeur comme variable auxiliaire est plus efficace (d'après les paramètres utilisés, erreur résiduelle) que le krigeage ordinaire et plus stable, comme l'illustre la variation du polygone d'échantillonnage. Aucune analyse n'a été présentée indiquant que le krigeage ordinaire était plus efficace.

- On the question of using KED with depth as an auxiliary variable, all except for the industry expert agreed that depth was appropriate as an auxiliary variable for estimating biomass. By cross-validation, the residual error was smaller with KED vs OK (Wade et al. WP01, WP02). It was retained in models that assessed the gain in information value (Surette WP05, Evans WP09) and associations were demonstrated in other geographic areas (Choi WP10) and from other surveys (Benoît WP06). Crab distribution is associated with depth and depth has been shown to be a good proxy variable which is temporally more stable than temperature for describing crab distribution within the southern Gulf area.

- À propos du krigeage avec dérive externe appliquant la profondeur comme variable auxiliaire, tous les participants, à l'exception de l'expert de l'industrie, conviennent que la profondeur est une variable auxiliaire appropriée pour estimer la biomasse. La comparaison par validation croisée démontre que l'erreur résiduelle, dans le cas du krigeage avec dérive externe, est moins élevée que dans celui du krigeage ordinaire (Wade *et al.*, documents de travail 01 et 02). Cette comparaison a été retenue dans des modèles pour évaluer le gain en valeur informative (Surette, document de travail 05; Evans, document de travail 09) et des associations ont été démontrées dans d'autres zones géographiques (Choi, document de travail 10) et relevés (Benoît, document de travail 06). La répartition du crabe est associée à la profondeur, et il a été démontré que la profondeur est une bonne variable de substitution, qui est plus stable dans l'espace que la température pour décrire la répartition du crabe dans la zone du sud du golfe.

- There was discussion on whether the estimate of the total biomass for the polygon of interest should be based on block kriging using OK rather than point kriging with KED as the estimation variance is presently calculated using block (polygon) kriging with a unique neighbourhood (i.e. using all the sample points).

- Les participants discutent si l'estimation de la biomasse totale pour le polygone d'intérêt devrait être calculée d'après le krigeage par blocs utilisant le krigeage ordinaire plutôt que le krigeage par point utilisant le krigeage avec dérive externe, puisque la variance de l'estimation est actuellement calculée avec le krigeage par blocs (polygone) avec un seul voisinage (c.-à-d. en utilisant tous les points d'échantillonnage).

    - For mapping, it is reasonable and appropriate to do point kriging with KED and local neighbourhood because we believe it is more precise (is a better description of the observations). In the locations where there is less information, such as on the edges of the sampling area in both shallow and deep areas, there is interest in using local neighbourhood and KED rather than the overall mean. The influence of the drift variable on the point

    - Pour la cartographie, il est raisonnable et approprié d'effectuer le krigeage par point en utilisant le krigeage avec dérive externe et le voisinage local, parce que l'on croit qu'il est plus précis (comporte une meilleure description des observations). Dans les endroits où il y a moins de renseignements, comme en bordure de la zone d'échantillonnage dans les eaux profondes et peu profondes, l'utilisation du voisinage local et du krigeage avec dérive externe plutôt que de la

estimate can also be shown.

- On the other hand, if we use KED to do mapping , then we should use it as well to estimate the biomass as the biomass is what is of interest and we believe KED is a more precise representation of the quantity. The estimation variance depends upon the parameters of the model which are used to estimate it. If the nugget value is changed or the range value is changed, there will be a different variogram and a different variance value. So the estimation variance we use is an approximate index of the precision of the estimate and it is less important that it be estimated using exactly the same procedure as is used for the estimate of biomass. As well, as was shown by Bez in WP08, the estimation variance from KED is by default larger than the variance associated with OK. Although this variance (i.e. by KED) could be calculated, it is not what is presently done, the variance based on ordinary block kriging is used. The method of calculating the estimation variance in KED was not described during the meeting, mathematically it can be done, but it requires discussion among the experts.

moyenne globale présente un certain intérêt. L'influence de la variable du krigeage avec dérive externe sur l'estimation des points peut également être démontrée.

- En revanche, si on utilise le krigeage avec dérive externe pour produire des cartes, on doit alors l'utiliser également pour estimer la biomasse, puisque la biomasse est le point d'intérêt etque, selo l'avis général, le krigeage avec dérive externe représente la quantité de façon plus précise. La variance de l'estimation dépend des paramètres du modèle qui sont utilisés aux fins d'estimation. La modification de la valeur de pépite ou de la valeur la portée entraînera un variogramme différent et une valeur de variance différente. Par conséquent, la variance de l'estimation que l'on utilise est un indice approximatif de la précision de l'estimation et il est moins important qu'elle soit estimée en utilisant exactement la même procédure que pour estimer la biomasse. De plus, comme l'indique Bez dans le document de travail 08, la variance de l'estimation du krigeage avec dérive externe est par défaut plus grande que celle associée au krigeage ordinaire. Bien que cette variance (par krigeage avec dérive externe) puisse être calculée, on utilise plutôt la variance basée sur le krigeage par blocs à l'heure actuelle. La méthode pour calculer la variance de l'estimation dans le krigeage avec dérive externe n'a pas été décrite dans le cadre de la réunion; mathématiquement, cela est possible, mais pour ce faire, les experts doivent en discuter.

## CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

### TOR 1: REVIEW OF PRESENT DFO ASSESSMENT METHOD.

Sampling design and sampling intensity for the southern Gulf are scientifically defensible to assess the snow crab stock for the southern Gulf of St. Lawrence. The current sampling plan respects a number of hypotheses although it is not necessarily optimal. A revised sampling grid based on square grids with equal sides measured in distance (not minutes) and a random procedure to assign one sampling point per grid would be a minor modification to the present assessment model and would possibly lead to a more efficient sampling plan that could reduce slightly the uncertainty of the estimated biomass. There should not be any consequences to the time series provided the random allocation constraints are respected.

For biomass estimation, the use of weights as direct inputs to the biomass estimates is proposed to resolve some minor discrepancies in management zone biomass estimates. The effect of moving from number to weight based biomass estimates has been evaluated and is minor (mean difference of 1% for 1990 to 2010 time period).

The fitting of a three-year average variogram as has been done is considered a good approach.

A number of analyses indicate that there is an association between the expected abundance of crab and depth, with lower expectation at shallow and deep depths so kriging with external drift with depth as an

## CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

### CADRE DE REFERENCE 1 : EXAMEN DE LA METHODE D'EVALUATION ACTUELLE DU MPO

La conception et l'intensité de l'échantillonnage pour le sud du golfe du Saint-Laurent sont scientifiquement justifiables pour évaluer le stock de crabes des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent. Le plan d'échantillonnage actuel respecte un certain nombre d'hypothèses, bien qu'il ne soit pas nécessairement optimal. Un plan d'échantillonnage révisé basé sur un quadrillage avec des côtés égaux mesurés en distance (et non en minutes), ainsi qu'une procédure aléatoire permettant d'attribuer un point d'échantillonnage par grille, constitueraient une modification mineure au modèle d'évaluation actuel et pourrait mener à un plan d'échantillonnage plus efficace qui aurait la capacité de réduire légèrement l'incertitude liée à la biomasse estimée. Il ne devrait y avoir aucune répercussion sur les séries chronologiques tant que les contraintes liées à l'affectation aléatoire sont respectées.

Concernant l'estimation de la biomasse, l'utilisation des poids en tant qu'apport direct dans les estimations de la biomasse est proposée pour régler certains écarts mineurs observés dans les estimations de la biomasse dans la zone de gestion. Les conséquences liées au fait de baser les estimations de la biomasse sur le poids et non sur le nombre ont été évaluées et se sont révélées négligeables (on a constaté une différence moyenne de 1 % pendant la période 1990-2010).

On a estimé que l'ajustement d'un variogramme d'une moyenne de trois ans était une bonne approche.

Un certain nombre d'analyses indiquent qu'il existe une association entre l'abondance prévue du crabe et la profondeur, avec des attentes moins importantes à des niveaux profonds et peu profonds; par conséquent,

auxiliary variable has been retained as the model form.

procéder au krigeage avec une dérive externe et en utilisant la profondeur comme variable auxiliaire a été retenu comme étant le modèle à suivre.

Overall, the geostatistic model used for the snow crab assessment is considered to be theoretically correct and suitable for biomass estimates but alternate sampling designs to systematic sampling and analytical models to geostatistics should be considered for assessing this resource. These alternate methods, as presented by Cadigan (WP-11), Choi (WP10), Evans (WP-09), and Surette (WP-05) do not require the stringent assumption of kriging that the variance is homogeneous over the sampling and estimation domain, an assumption that has been shown to be inappropriate in this assessment. The classic diagnostic tools of residual analyses were not developed in the geostatistics analytical models presented. More effort should be placed on consideration of new developments of alternate models.

Dans l'ensemble, on considère que le modèle géostatistique utilisé pour l'évaluation du crabe des neiges est approprié sur le plan théorique et convient aux estimations de la biomasse. Toutefois, il faudrait envisager d'autres conceptions d'échantillonnage en remplacement de l'échantillonnage systématique et d'autres modèles analytiques à la place de la géostatistique pour évaluer cette ressource. Ces autres méthodes, telles qu'elles ont été présentées par Cadigan (document de travail 11), Choi (document de travail 10), Evans (document de travail 09) et Surette (document de travail 05) ne requièrent pas l'hypothèse stricte du krigeage avançant que la variance est homogène dans tout l'échantillon et le domaine d'estimation, une hypothèse qui s'est révélée inappropriée dans cette évaluation. Les outils classiques de diagnostic des analyses résiduelles n'ont pas été élaborés dans les modèles analytiques géostatistiques présentés. Davantage d'efforts devraient être consacrés à la création d'autres modèles d'évaluation.

The industry consultant did not agree with the method used by DFO and as recommended in this document. He disagreed with using KED, average variograms, point kriging, depth as auxiliary factor, or the cross-validation method as a means of evaluating model performance.

Le consultant de l'industrie a désapprouvé la méthode utilisée par le ministère des Pêches et des Océans et telle qu'elle est recommandée dans le présent document. Il n'était pas d'accord avec l'utilisation du krigeage avec dérive externe (KED), des variogrammes moyens, du krigeage par point, de la profondeur en tant que variable auxiliaire ou de la méthode de validation croisée en tant que moyen d'évaluer le rendement du modèle.

Specific details of the assessment procedure and recommendations follow.

Des détails précis relatifs à la procédure d'évaluation et des recommandations sont indiqués par la suite.

1. 2006 to the present sampling design based on reallocation of sampling points to the 323 full and partial grids based on 10' X 10' minute squares over the 20 to 200 fathom zone (excluding areas outside the Gulf Area 12 zone off Gaspe)

1. Le plan d''échantillonnage de 2006 à aujourd'hui basée sur la réaffectation des points d'échantillonnage aux 323 grilles complètes ou partielles d'après un quadrillage en minute de 10 sur 10 sur la zone de 20 à 200 brasses (à l'exception

following on the recommendations of the framework review in 2005 (DFO 2006)

- Grids were assigned on 10 X 10 minute square grid, uncorrected for curvature of the earth such that the grid areas at the assignment stage are not equal in terms of surface area

- Recommended changes to the grid design to optimize estimation variance in kriging

  - Use regular grids, either rectangular or triangular does not matter, defined on distance rather than lat – long

  - Size of grid and the number could be defined on the basis of the number of stations which can be sampled.

- If the sampling polygon is to be changed, then the sampling plan has to be redefined.

- The point was raised that a systematic design is suboptimal for marine populations. Systematic sampling is optimal for kriging as a method of analysis and this assumes that the measurement error variance is homogeneous over the sampling space. It is sub-optimal for any other type of analyses. Most of the optimal sampling plans would sample more intensively where the variance is higher, i.e. where the resource is located and sample less intensively where it is not. On the other hand, there are no errors in undertaking systematic sampling. This is done when there are multiple objectives in a survey. In that case, any design will be sub-optimal as it is not possible to be optimal

des zones situées en dehors de la zone 12 de la région du Golfe au large de la Gaspésie) à la suite des recommandations découlant de l'examen cadre effectué en 2005 (MPO 2006).

- Les grilles ont été réparties sur une grille de carré-minute de 10 sur 10, non corrigée pour tenir compte de la courbure de la terre, de sorte que les zones de la grille, au moment de procéder à l'affectation, ne soient pas égales en termes de surface.

- Il est recommandé d'apporter des changements à la conception de la grille pour optimiser la variance de l'estimation dans le krigeage.

  - Il est préférable d'utiliser des grilles régulières, qu'elles soient rectangulaires ou triangulaires n'a pas d'importance, définies par la distance plutôt que par la latitude et la longitude.

  - La taille des grilles et le nombre pourraient être définis en fonction du nombre de stations pouvant être échantillonnées.

- Si le polygone d'échantillonnage doit être modifié, le plan d'échantillonnage sera alors redéfini.

- On a avancé le fait qu'un plan d'échantillonnage systématique est sous-optimale pour les populations marines. L'échantillonnage systématique est optimal pour le krigeage utilisé en tant que méthode d'analyse, et cela laisse entendre que la variance de l'erreur de mesure est homogène dans l'ensemble de l'espace d'échantillonnage. Il est cependant sous-optimal pour tout autre type d'analyse. La plupart des plans d'échantillonnage optimaux procéderaient à un échantillonnage plus intense là où la variance serait plus élevée, c'est-à-dire là où la ressource est située, et à un échantillonnage moins intense où la ressource n'est pas présente. D'un autre côté, le fait d'entreprendre un

for multiple objectives at once. But systematic sampling will protect against missing sampling of other life stages which are also of interest in the survey. It was noted that the synoptic September survey was able to characterize the distribution and variations in abundance of snow crab based on a stratified random survey. There should be consideration for a stratified survey design.

échantillonnage systématique ne constitue pas une erreur. Cette démarche est adoptée lorsque plusieurs objectifs sont associés à un relevé. Dans ce cas, toute conception sera sous-optimale, car il est impossible d'être optimal lorsque l'on a plusieurs objectifs en même temps. Toutefois, l'échantillonnage systématique permettra d'éviter les échantillonnages manquants concernant d'autres étapes du cycle de vie, qui présentent également un intérêt dans le relevé. On a noté que le relevé synoptique de septembre était capable de caractériser la répartition et les variations liées à l'abondance du crabe des neiges d'après un relevé aléatoire stratifié. Il serait bon d'envisager la conception d'un relevé stratifié.

2. sampling intensity of 355 stations within the potential 323 grids

2. Intensité d'échantillonnage de 355 stations au sein des 323 grilles potentielles.

- stations were randomly assigned to grids based on area of the grid. A two-step process was used to initially select full and partial grids to be sampled, followed by a second distribution of left over points to the available grids.

- Les stations ont été attribuées au hasard dans les grilles en fonction de la surface de chaque grille. Un processus en deux étapes a été utilisé pour choisir, au départ, les grilles complètes et partielles à échantillonner, suivi d'une seconde répartition des points en trop sur les grilles disponibles.

- Current sampling plan respects a number of hypotheses although it is not necessarily optimal in terms of effort to reduce the estimation variance. An alternate proposal, is to reassign the points in a different space, such as assigning only one station per square. No issue with the proposal to revisit the sampling design as it will improve its optimality, and likely precision. There should not be any consequences in terms of comparability of the time series provided the random allocation constraints are respected.

- Le plan actuel d'échantillonnage respecte un certain nombre d'hypothèses, bien qu'il ne soit pas nécessairement optimal en termes de mesures visant à réduire la variance dans l'estimation. Une autre proposition consiste à réaffecter les points dans un espace différent (attribuer par exemple une station par carré). Il n'y aura pas de problème avec la proposition visant à revoir la conception de l'échantillonnage, car elle améliorera son caractère optimal et sa précision probable. Il ne devrait y avoir aucune répercussion en termes de comparabilité des séries chronologiques tant que les contraintes liées à l'affectation aléatoire sont respectées.

    - Need a clear description in the research document of how the sampling locations were assigned to

    - Dans le document de recherche, une description claire est nécessaire concernant la manière dont les lieux

the grids both before 2006 and since 2006. The contention from an industry consultant is that the selection of grids to sample and the selection of stations with grids was not done randomly.

- Doubling of stations within a grid does not cause any bias issues within geostatistics

- Not necessary to re-assign stations within the grids every year but there is no problem with re-assigning annually.

- Alternate stations within grids are pre-assigned through a random process.

3. To date, the estimated abundance of snow crab was derived by using data on the number of animals caught and was then converted to total biomass of crab using a mean weight of snow crab estimated from an empirical weight to length relationship and the weighted average by abundance at carapace width. It is assumed that crabs with soft shell conditions observed during the survey will be hard shelled prior to the fishery the following spring. Also, no adjustment to weight for missing legs is made (i.e. weight of an ideal crab at carapace width).

- Recommendation: to provide biomass estimates, weight of crab per tow should be used directly. Weight is estimated to date from the length distributions of measured crab in each tow and the standard length to weight relationship. For population abundance, numbers can be used. The effect of moving from number to weight based biomass estimates has been evaluated (WP02-Wade et al.). If total weights are collected on board, there should be verification of individual weights as well, either by direct weights or based on length to weight empirical relationships.

d'échantillonnage ont été affectés aux grilles avant 2006 et depuis 2006. Un consultant de l'industrie a affirmé que la sélection des grilles à échantillonner et la sélection des stations avec les grilles n'ont pas été faites au hasard.

- Le fait de doubler les stations au sein d'une grille ne crée pas de problème de biais pour la géostatistique.

- Il n'est pas nécessaire de réaffecter les stations au sein de grilles chaque année, mais il n'y a aucun problème à le faire.

- D'autres stations au sein des grilles sont préaffectées par l'intermédiaire d'un processus aléatoire.

3. À l'heure actuelle, l'abondance estimée du crabe des neiges a été définie à l'aide des données sur le nombre d'invidus pris et a ensuite été convertie en masse totale de crabes en utilisant un poids moyen de crabe des neiges estimé d'après une relation empirique poids-longueur et la moyenne pondérée par l'abondance, selon la largeur de la carapace. On présume que la carapace molle des crabes observés pendant le relevé durcira avant le début de la pêche au printemps prochain. Par ailleurs, aucun ajustement du poids n'est fait en cas de pattes manquantes (p. ex. poids d'un crabe idéal selon la largeur de la carapace).

- Recommandation : fournir des estimations de biomasse; le poids du crabe par trait devrait être utilisé directement. À l'heure actuelle, le poids est estimé en fonction des répartitions des longueurs des crabes mesurés dans chaque trait et à partir de la relation standard longueur-poids. Concernant l'abondance de la population, les nombres peuvent être utilisés. Les conséquences liées au fait de baser les estimations de la biomasse sur le poids et non sur le nombre ont été évaluées (document de travail 02 – Wade *et al.*). Si les poids totaux sont recueillis à bord, il faudrait vérifier les poids individuels

également, par l'intermédiaire des poids directs ou d'après les relations empiriques longueur-poids.

4. Variogram estimation typically uses 25 lags with a lag distance of 3 km

4. L'estimation du variogramme utilise généralement un décalage de 25 avec une distance de décalage de 3 km.

- This choice will depend upon the sampling plan and it does not have to be so prescriptive.

- Ce choix dépendra du plan d'échantillonnage et n'a pas besoin d'être si normatif.

5. Annual variograms are estimated using all the observations. A spherical model is used and parameters of the spherical model are estimated by a defined optimization routine

5. Les variogrammes annuels sont estimés à l'aide de toutes les observations. Un modèle sphérique est utilisé et les paramètres du modèle sphérique sont estimés par le biais d'une routine d'optimisation définie.

- The type of variogram model, spherical or linear, etc. should be determined by the data.

- Le type de modèle de variogramme (sphérique ou linéaire, etc.) devrait être déterminé par les données.

- Variogram fitting could/should be done by least squares with systematic visual check of the results.

- L'ajustement du variogramme pourrait ou devrait être effectué à l'aide d'une méthode des moindres carrés, et d'une vérification visuelle systématique des résultats.

    - Variogram should be plotted and verification that the variogram fits the data should be confirmed. This is to address the possibility that the fit function has not settled in a local minimum.

    - Le variogramme devrait être déterminé et la vérification indiquant que le variogramme ajuste les données devrait être confirmée. Cela permet de pallier la possibilité que la fonction d'ajustement ne se soit pas établie dans un minimum local.

- A nugget effect is an appropriate default hypothesis on the basis of fine-scale structuring of the resource and measurement error.

- Un effet de pépite est une hypothèse appropriée par défaut d'après la structuration à petite échelle de la ressource et de l'erreur de mesure.

6. Average of global variogram is calculated over three years

6. La moyenne des variogrammes globaux est calculée sur trois ans.

- Use of average variograms are appropriate if the spatial structure of the resource is relatively similar among years. The averaging is a compromise between assuming that the structure is constant every year and the assumption that the structure is highly variable

- L'utilisation de variogrammes moyens est appropriée si la structure spatiale de la ressource est relativement semblable d'une année à l'autre. Le calcul de la moyenne est un compromis entre le fait de présumer que la structure est constante chaque année et l'hypothèse que la structure est

annually. Not extending the average too far back protects against short term changes in the environment that may affect the structure of the resource.

- Recommendation: Use of a three year variogram, show individual variograms and the mean variogram

    - do diagnostics (cross-validation to compare model performance based on annual versus three-year average variogram)

7. use of kriging with external drift with depth as an auxiliary and external (to the sampling data) explanatory variable for local neighbourhood interpolation

DFO uses a moving neighbourhood of the 32 nearest sample points, constrained by a maximum of 8 points within the quadrats surrounding the points. Kriging with external drift, based on depth as the auxiliary variable, is consistent with the shape of the conditional expectation of snow crab knowing depth for similar depth ranges (see WP01, WP05-Surette; WP09-Evans).

- analyses indicate that there is an association between the expected abundance of crab and depth, with lower expectation at shallow and deep depths (WP01, WP05- Surette; WP06-Benoît; WP07-Chasse et al.; WP09-Evans; WP10-Choi)

    - temperature also defines the limits of snow crab distribution, with most crab between <0 to 3 C (WP01, WP-06, WP10).

fortement variable chaque année. Le fait de ne pas faire remonter la moyenne trop loin en arrière permet de prévenir les changements à court terme dans l'environnement qui peuvent perturber la structure de la ressource.

- Recommandation : utiliser un variogramme sur trois ans; indiquer les variogrammes individuels et les variogrammes moyens.

    - Effectuer un diagnostic (validation croisée pour comparer les rendements des modèles d'après les variogrammes moyens annuels par rapport aux variogrammes moyens sur trois ans).

7. Utiliser le krigreage avec dérive externe en utilisant la profondeur comme une variable explicative auxiliaire et externe (aux données d'échantillonnage) pour l'interpolation locale des points de voisinage.

Le MPO utilise un voisinage mobile de 32 points d'échantillonnage les plus proches, restreints par un maximum de huit points au sein des quadrants entourant les points. Le krigeage avec dérive externe, basé sur la profondeur utilisée comme variable auxiliaire, est conforme à la forme de l'attente conditionnelle relative du crabe des neiges à profondeur connue par rapport à des tranches d'eau semblables (voir les documents de travail 01 et 05 – Surette et le document de travail 09 – Evans).

- Les analyses indiquent qu'il existe une association entre l'abondance prévue du crabe et la profondeur, avec des attentes moins importantes à des niveaux profonds et peu profonds (document de travail 01 et 05 – Surette; document de travail 06– Benoît; document de travail 07 – Chasse et al.; document de travail 09 – Evans; document de travail 10 – Choi).

    - La température définit également les limites de la répartition du crabe des neiges, la plupart des crabes se situant entre moins de 0 °C et 3 °C (documents de travail 01, 06, 10).

- cumulative distribution of crab by depth is more temporally stable than cumulative distribution by temperature (WP06)

- depth is known or can be interpolated easily and it is temporally stable within grids.

- As long as KED is done by local neighbourhood, the actual form of the association with depth, as linear or quadratic, will be taken into account. However, an examination of the depth variable on log scale or square root scale would be important to determine if the assumption of linearity is appropriate.

- KED as currently done by DFO is appropriate.

- DFO now has access to a high resolution depth chart. The depths are presented on a 300 m grid. These data were interpolated to 1 km square grids for the purpose of the workshop. The interpolation mapping is done on a finer scale but the interest is of the mean depth that corresponds to the cell of interest. This high resolution chart should be used and the source referenced. There was minimal effect on the estimated biomass from moving to the higher resolution map compared to the depth map used previously.

- KED with local neighbourhood was also programmed in R. The constraint on the maximum number of points per quadrat presently programmed in Matlab version is not used in the R function. Despite this

- La répartition cumulative des crabes par profondeur est plus stable sur le plan temporel que la répartition cumulative par température (document de travail 06).

- La profondeur est connue ou peut être interpolée facilement; elle est également stable sur le plan temporel au sein des grilles.

- Tant que le krigeage avec dérive externe sera effectué par le voisinage local, la forme actuelle de l'association avec la profondeur (linéaire ou quadratique) sera prise en compte. Cependant, un examen de la variable liée à la profondeur sur une échelle logarithmique ou une échelle de racine carrée serait important pour déterminer si l'hypothèse de linéarité est appropriée.

- Le krigeage avec dérive externe tel qu'il est actuellement pratiqué par le MPO est approprié.

- Le MPO a désormais accès à des cartes de profondeurs de haute résolution. Les profondeurs sont présentées sur une grille de 300 m. Ces données ont été interpolées sur des quadrillages de 1 km aux fins de l'atelier. La cartographie obtenue par interpolation est effectuée sur une plus petite échelle, mais l'intérêt porte sur la profondeur moyenne qui correspond à la cellule d'intérêt. Cette carte de haute résolution devrait être utilisé et la source référencée. Un effet minime sur la biomasse estimée à été évalué en passant à la carte de plus haute résolution par rapport à la carte utilisée précédemment.

- Le krigeage avec dérive externe avec le voisinage local a également été programmé dans R. La contrainte liée au nombre de points maximums par quadrant actuellement programmé dans la version Matlab n'est pas utilisée

difference, the results between the two software platforms were minor. The R code can be shared readily with participants and is transparent. The gstat library in R has been published in the scientific literature. For the purpose of the assessments, it will be important to continue doing the assessments in parallel using both the Matlab and R codes.

dans la fonction R. Malgré cette différence, les résultats entre les deux plateformes étaient mineurs. Le code R peut être facilement partagé avec les participants et il est clair. La bibliothèque gstat dans R a été publiée dans des ouvrages scientifiques. Aux fins des évaluations, il sera important de poursuivre les évaluations en parallèle à l'aide des codes Matlab et R.

8. Polygon used by DFO is 44,302 km². This polygon has represented over 98% of the at-sea observer sampled fishing effort between 2006 and 2010.

8. Le polygone utilisé par le MPO est de 44 302 km$^2$. Ce polygone a représenté plus de 98 % de l'effort de pêche échantillonné par les observateurs en mer entre 2006 et 2010.

- More detailed information of how this was defined should be in the research document.

- Des renseignements plus détaillés sur la manière dont cela a été défini devraient figurer dans le document de recherche.

- Sampling polygon from 1997 to present has grid areas sampled that are equal to or greater than the estimation polygon. In the revised research document of WP02, there should be a figure that shows the sum of grid areas within the sampling polygon, inference polygon and the sum of grids and grid areas sampled from 1988 to 2010. This figure was shown in the presentation but was not in any of the working papers.

- Le polygone d'échantillonnage de 1997 à aujourd'hui comporte des zones des grilles échantillonnées qui sont égales ou supérieures au polygone d'estimation. Dans le document de recherche révisé du document de travail 02, il devrait y avoir une figure indiquant la somme des zones des grilles au sein du polygone d'échantillonnage et du polygone d'inférence, ainsi que la somme des grilles et des zones des grilles échantillonnées de 1988 à 2010. Cette figure a été indiquée dans la présentation, mais ne figurait dans aucun document de travail.

9. Point kriging is used to estimate the total abundance for the polygon

9. Le krigeage par point est utilisé pour estimer l'abondance totale pour le polygone.

- Biomass estimate is obtained by point kriging using nearest neighbour (32 points) for each interpolated point with a maximum of 8 points per quadrant

- L'estimation de la biomasse est obtenue à l'aide du krigeage par point en utilisant le voisinage le plus proche (32 points) pour chaque point interpolé avec un maximum de huit points par quadrant.

    - regular grid, 100 by 100, is used for interpolation of densities

    - Une grille régulière (100 par 100) est utilisée pour l'interpolation des densités.

    - need a clear description of what is

    - Une description claire est nécessaire

actually done in the research document

- Variance is obtained from block kriging

10. Confidence intervals are based a lognormal distribution using transformation of the kriging variance. Kriging variance is based on block kriging (whole polygon)

- This is done so that the confidence intervals are positive but can be asymmetric.

- Description in presentation of WP01, but not provided in WP01, should be included in the research document

11. Diagnostics to be included in the assessment to better understand the model fits

- Fitted variograms should always be shown (are the variogram fits consistent with the data?)

- Use cross-validation to assess sensitivity of variogram choice (annual, 3-year average)

- Standard deviation (std dev) at interpolations should be plotted.

    - Interpreting the std dev map: if variance is greater than the sill of the variogram then the interpolation is questionable.

    - What do you do with the locations where uncertainty in interpolated points is too high? If points within the estimation polygon are poorly estimated based on the std dev value, it means that the estimate is the resulf of an extrapolation far from the data. It is best in those cases not

concernant ce qui est actuellement fait dans le document de recherche.

- La variance est obtenue par le biais du krigeage par blocs.

10. Les intervalles de confiance sont basés sur la distribution log-normale grâce à la transformation de la variance de krigeage. La variance de krigeage est basée sur le krigeage par blocs (polygone entier).

- Cela est effectué de manière à ce que les intervalles de confiance soient positifs, mais ils peuvent être asymétriques.

- Une description figurant dans la présentation du document de travail 01, mais qui n'est pas fournie dans le document de travail 01, devrait être incluse dans le document de recherche.

11. Des diagnostics devraient être inclus dans l'évaluation afin de mieux comprendre les ajustements du modèle.

- Les variogrammes ajustés devraient toujours être indiqués (les ajustements des variogrammes sont-ils conformes aux données?).

- Une validation croisée doit être utilisée pour évaluer la sensibilité du choix du variogramme (annuel, moyenne de trois ans).

- L'écart-type relativement aux interpolations devrait être déterminé.

    - Interpréter la carte indiquant l'écart-type : si la variance est supérieure au seuil du variogramme, l'interpolation peut alors être remise en question.

    - Que faire lorsque les lieux présentent une incertitude trop grande à l'égard des points interpolés? Si les points au sein du polygone d'estimation sont mal estimés d'après la valeur de l'écart-type, cela signifie que l'estimation est le résultat d'une extrapolation qui dépasse les données. Il est donc préférable,

to provide an estimate for that polygon.

- It is possible to quantify the weight of the mean in ordinary kriging or the weight of the drift in kriging with external drift. It is recommended that these weights be computed and mapped in order to spot the areas of the map where the drift played too important a role. However these quantities are generally not provided by kriging softwares. However the weights plotted will be similar to the std. dev. plots, where the std. dev. is high is where the weights will also be high, i.e. where there is no information from observations.

- What are the criteria for determining "too important role" and what would you do about it (exclude the points)?

- Cross-validation residuals should be presented, on a map which would provide a measure of the fits to the observations.

12. Other methods for estimating biomass were presented and these analyses should be continued and presented during future assessments.

**TOR 2. DEFINITION OF THE POLYGON FOR WHICH BIOMASS WILL BE ESTIMATED**

For providing management advice for the fishery exploitation pattern, the Gulf wide polygon defined in 1999 (44,302 km2) has been used consistently.

The sampling polygon since 2006 has included sample grids between the 20 to 200 fathom contour. There is a small zone that is unsampled at the extreme northwest portion

dans ces cas-là, de ne pas fournir d'estimation pour ce polygone.

- Il est possible de quantifier le poids de la moyenne lorsqu'il s'agit de krigeage ordinaire ou de quantifier le poids de la dérive dans le cas du krigeage avec dérive externe. Il est recommandé de calculer et de cartographier ces poids afin de cibler les zones de la carte où la dérive a joué un rôle trop important. Toutefois, ces quantités ne sont généralement pas fournies par les logiciels de krigeage. Les poids déterminés seront cependant semblables aux valeurs de l'écart-type, ce qui signifie que si l'écart-type est élevé, les poids le seront également (c'est-à-dire lorsque l'on n'a obtenu aucun renseignement découlant des observations).

- Quels sont les critères permettant de déterminer un « rôle trop important » et que feriez-vous pour y remédier (exclure les points)?

- Les éléments résiduels de validation croisée devraient être présentés sur une carte qui fournirait une mesure des ajustements aux observations.

12. D'autres méthodes permettant d'estimer la biomasse ont été présentées et ces analyses devraient être poursuivies et présentées pendant les prochaines évaluations.

**CADRE DE REFERENCE 2. DEFINITION DU POLYGONE POUR LEQUEL LA BIOMASSE SERA ESTIMEE**

Afin de fournir des avis en matière de gestion concernant le modèle d'exploitation des pêches, le polygone reprenant l'ensemble du golfe défini en 1999 (44 302 $km^2$) a été systématiquement utilisé.

Le polygone d'échantillonnage depuis 2006 a inclus des grilles d'échantillon entre l'isobathe de 20 à 200 brasses. Il reste encore une petite zone qui n'a pas été échantillonnée à

along Gaspe.

Recommendation:
The inference polygon should be established for a zone that encompasses the potential snow crab habitat area the southern gulf biological unit. This inference polygon would be very similar to the present 20 to 200 fathom sampling polygon.

- objective criteria for establishing the borders of the polygon would be the extreme geographic area coverage of the CIL below 5 C as measured during the September synoptic survey with constraints imposed by depth criteria (20 to 200 fathoms where required). Additionally, information from the September RV survey should be examined to verify whether snow crab are present along the edges and in the extended sampling polygon.
    - <= 5°C and depth ranges of 20 to 200 fa defines over 99% of the snow crab distribution as observed during the RV survey.
    - The maximum extent of the 5ºC temperature contour in September is just slightly larger than the 20 to 200 fathoms contour area.
- The sampling polygon will have to be increased to accommodate the change in the inference polygon.
- The method of interpolation in the zones where abundance is lower needs to be controlled by using local neighbourhood estimation.
- As the use of an expanded inference polygon will necessitate extrapolation of abundance estimates from 1997 to 2005

l'extrémité de la portion nord-ouest le long de Gaspé.

Recommandation :
Le polygone d'inférence devrait être établi pour une zone englobant la zone d'habitat potentielle du crabe des neiges de l'unité biologique du sud du golfe du Saint-Laurent. Ce polygone d'inférence serait très semblable au polygone d'échantillonnage actuel de 20 à 200 brasses.

- Les critères objectifs d'établissement des frontières du polygone seraient l'extrémité de la couverture de la zone géographique de la couche intermédiaire froide (CIF) en dessous de 5 °C mesurée au cours du relevé synoptique de septembre avec des limites imposées par des critères de profondeur (20 à 200 brasses étaient requises). De plus, les renseignements provenant du relevé synoptique de septembre devraient être examinés pour vérifier si le crabe des neiges est présent le long des bords et dans le polygone d'échantillonnage élargi.
    - Des températures inférieures ou égales à 5 °C et des fourchettes de profondeur allant de 20 à 200 brasses définissent plus de 99 % de la répartition du crabe des neiges, tel que l'on a pu l'observer au cours du relevé effectué par le navire de recherche.
    - L'étendue maximale du contour de températures de 5 °C en septembre est légèrement plus grande que la zone isobathe de 20 à 200 brasses.
- Le polygone d'échantillonnage devra être élargi pour tenir compte des changements dans le polygone d'inférence.
- La méthode d'interpolation dans les zones où l'abondance est plus faible doit être contrôlée par l'utilisation de l'estimation du voisinage local.
- Puisque l'utilisation d'un polygone d'inférence élargi nécessitera d'extrapoler les estimations liées à l'abondance de

in unsampled areas, it will be important to see the std dev map to determine if extrapolation is unjustified.

1997 à 2005 dans les zones non échantillonnées, il sera important de consulter la carte relative à l'écart-type pour déterminer si l'extrapolation est injustifiée.

- It was concluded that advice for the 2012 fishery should be using the 20 to 200 fathoms polygon.

- Il a été conclu que les avis pour la pêche de 2012 devraient faire usage du polygone de 20 à 200 brasses.

- The sampling design may have to be adjusted to accommodate sampling points outside the inference polygon to ensure that points along the edges do not have undue inference weights.

- Le plan d'échantillonnage doit être ajusté pour tenir compte des points d'échantillonnage situés en dehors du polygone d'inférence afin de s'assurer que les points le long des bords n'ont pas de poids d'inférence excessifs.

- Some participants felt it was premature to expand the inference polygon at this stage for the assessment of the 2011 biomass which will be peer reviewed in February 2012, in particular as it relates to changes in the sampling frame.

- Certains participants ont eu le sentiment qu'il était prématuré d'élargir le polygone d'inférence à ce stade pour l'évaluation de la biomasse de 2011, qui sera revue par les pairs en février 2012, en particulier parce qu'il est lié aux changements dans le cadre de l'échantillon.

The error in the estimated biomass associated with the extrapolation into the 20 to 200 fathom inference polygon of the biomass estimates of 2006 to 2009 based on the sampling polygon from 1997 to 2005 has been provided in WP02. Depending upon the year examined (2006 to 2009) and the selected sampling polygon coverage by year (1997 to 2005), the error ranges from 0% to 7% but an underestimate of biomass occurs for the 2008 sampling year. Further diagnostics are required to assess the error associated with extrapolation to the larger polygon for the earlier years.

L'erreur dans la biomasse estimée liée à l'extrapolation, dans le polygone d'inférence de 20 à 200 brasses, des estimations de la biomasse de 2006 à 2009 d'après le polygone d'échantillonnage de 1997 à 2005, a été fournie dans le document de travail 02. En fonction de l'année étudiée (2006 à 2009) et de la couverture du polygone d'échantillonnage choisi par an (1997 à 2005), l'erreur varie de 0 % à 7 %; toutefois, on constate une sous-estimation de la biomasse pour l'année d'échantillonnage de 2008. Des diagnostics plus poussés sont nécessaires pour évaluer l'erreur associée à l'extrapolation appliquée à un polygone plus grand pour les premières années.

In the context of the Precautionary Approach elements developed for the southern Gulf snow crab biological unit, the reference points developed on the basis of the Gulf inference polygon of 44,302 km$^2$ will be re-calculated based on the agreed formula in DFO (2009).

Dans le contexte des éléments de l'approche de précaution établie pour l'unité biologique du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent, les points de référence élaborés sur la base du polygone d'inférence du golfe d'une surface de 44 302 km$^2$ seront recalculés en fonction de la formule convenue et décrite dans MPO (2009).

- upper stock reference point is

- Le point de référence supérieur du stock

established as 80% of Bmsy with the proxy for Bmsy chosen as 50% of the maximum estimated commercial male adult biomass (all carapace conditions) for the 1997 to 2008 time period. This value is presently defined at 34,000 t with the 44,302 km² polygon.

est établi comme étant 80 % de la $B_{rms}$ avec une valeur approximative de la $B_{rms}$ choisie comme étant 50 % de la biomasse maximale estimée des mâles adultes de taille commerciale (toutes conditions de carapaces) confondues pour la période 1997 à 2008. Cette valeur est actuellement définie à 34 000 t avec le polygone de 44 302 $km^2$.

- The limit reference point is the lowest estimated residual biomass over the period 1997 to 2008 which was the 2004 year. This value is presently defined at 9,400 t.

- Le point de référence limite correspond à la biomasse résiduelle estimée la plus faible pendant la période de 1997 à 2008, en l'occurrence l'année 2004. Cette valeur est actuellement définie à 9 400 t.

- The removal rate limit reference point calculated as the simple ratio of the harvest in year t+1 to estimated commercial crab biomass in year t for the time period t = 1997 to 2008. This value is 0.401.

- Le point de référence limite du taux d'exploitation a été calculé comme étant le ratio simple des prises pour l'année cible + 1 par rapport la biomasse estimée du crabe de l'année t pendant la période 1997 à 2008. Cette valeur est établie à 0,401.

- The change in reference point values for the expanded inference polygon remains to be determined. But by expanding the inference polygon, the biomass will increase and the upper stock reference point and the limit reference points will also increase whereas the removal limit reference point will decrease.

- Le changement dans les valeurs des points de références pour le polygone d'inférence élargi doit encore être déterminé. Toutefois, en élargissant le polygone d'inférence, la biomasse augmentera et le point de référence supérieur du stock ainsi que les points de référence limite augmenteront également, alors que le point de référence limite du taux d'exploitation diminuera.

**TOR 3. RECONSTRUCTING THE TIME SERIES: IS IT POSSIBLE TO RECONSTRUCT A HOMOGENEOUS TIME SERIES FOR 1989 TO PRESENT?**

**CADRE DE REFERENCE 3. RECONSTRUCTION DES SERIES CHRONOLOGIQUES : EST-IL POSSIBLE DE RECONSTRUIRE UNE SERIE CHRONOLOGIQUE HOMOGENE POUR LA PERIODE ALLANT DE 1989 A AUJOURD'HUI?**

Three questions were considered:

Why have long time series? So we have an element of comparison over years which can be used to understand population dynamics and to use in management advice.

Trois questions doivent être prises en compte :
Pourquoi avoir de longues séries chronologiques? Afin que nous puissions avoir un élément de comparaison au fil des ans que l'on peut utiliser pour comprendre la dynamique des populations et l'utiliser dans les avis en matière de gestion.

How far back can we go? It must be long enough to have important information but it should not include periods where there are aberrations, and the time series must be based on data which are reasonable.

How should we develop standardized series?

Conclusion

The assessment team has exceeded many government and industry standards for assessing and documenting net mensuration characteristics. The swept area estimates over the time series 1997 to 2010 are reliable enough for biomass estimation.

- Work should continue to attempt to validate the time series prior to 1997 using auxiliary data such as the RV survey which has standardized gear and vessel changes.

- It appears that the vessel used in the crab survey from 1999-2002 was more efficient in 2001 and 2002 at catching snow crab compared to the present vessel. From the perspective of relative abundance, this would mean that the abundance of crab prior to 2003 was lower than is presently perceived, assuming equal catchability among vessels. However, prior to concluding that this is the case, a more rigorous analysis of relative catchability should be undertaken. Standardization of time series is important and verification of changes in catchability among vessels is an important research initiative.

- Major factor contributing to the large change in recalculated biomass was the recalculation of the swept area estimates followed by changes in polygon size for area 12

Jusqu'à quelle période pouvons-nous remonter? Il faut revenir suffisamment longtemps en arrière pour pouvoir obtenir des renseignements importants, mais exclure les périodes comportant des aberrations; par ailleurs, les séries chronologiques doivent être basées sur des données raisonnables.

De quelle manière devrions-nous établir des séries normalisées?

Conclusion

L'équipe d'évaluation a dépassé bon nombre de normes du gouvernement et de l'industrie pour ce qui est d'évaluer et de documenter les caractéristiques de mensuration du chalut. Les estimations de la surface balayée pendant la série chronologique de 1997 à 2010 sont suffisamment fiables pour établir une estimation de la biomasse.

- Le travail accompli devrait continuer de tenter de valider les séries chronologiques antérieures à 1997 à l'aide des données auxiliaires, comme le relevé synnoptique de septembre effectué par le navire de recherche qui dispose d'une normalisation de l'engin et des cahngements dans le navire de recherche

- Il semble que le navire utilisé pour le relevé sur le crabe de 1999 à 2002 était plus efficace en 2001 et 2002 pour pêcher des crabes des neiges par rapport au navire précédent. Du point de vue de l'abondance relative, cela signifierait que l'abondance des crabes avant 2003 était inférieur à ce que l'on observe aujourd'hui, en supposant un potentiel de capture égal d'un navire à l'autre. Toutefois, avant de parvenir à cette conclusion, une analyse plus rigoureuse de la capturabilité devrait être entreprise. La normalisation des séries chronologiques est importante et la vérification des changements dans le potentiel de capture entre les navires est une initiative de recherche importante.

- Le facteur principal qui contribue au grand changement dans la biomasse recalculée était le nouveau calcul des estimations de la surface balayée suivi de changements dans la taille du polygone pour la zone 12.

- There continue to be some concerns about the estimation of swept area for the side trawler. It is difficult to determine if the bias has been consistent through the time series.

- Il y a toujours certaines préoccupations au sujet de l'estimation de la surface balayée pour le chalutier latéral. Il est difficile de déterminer si les altérations ont été uniformes au fil des séries chronologiques.

There is consensus that the 1997 to 2010 time series of estimated biomass for the Gulf polygon of 44302 km$^2$ as estimated by nearest neighbourhood (32 points) KED with depth as auxiliary variable and the 3-year average variogram is a standardized time series of biomass estimates.

On est parvenu à un consensus sur le fait que la série chronologique de 1997 à 2010 de la biomasse estimée pour le polygone du golfe de 44 302 km$^2$ (estimée par krigeage avec dérive externe du voisinage le plus proche [32 points] en appliquant la profondeur comme variable auxiliaire et grâce à un variogramme d'une moyenne de trois ans) constitue une série chronologique normalisée des estimations de la biomasse.

- Since 1997, the sampling polygon covered the majority or exceeded the area of the biomass estimation polygon for the southern Gulf (44,302 km$^2$) so there is essentially no extrapolation into unsampled areas for that time period.

- Depuis 1997, le polygone d'échantillonnage a couvert la majorité de la surface du polygone d'estimation de la biomasse pour le sud du golfe du Saint-Laurent (44 302 km$^2$) ou a dépassé cette surface; de ce fait, il n'y a essentiellement aucune extrapolation dans la zone non échantillonnée pour cette période.

- Before the pre-1997 data and analyses are rejected, further work along the lines of using the RV data and time series in co-kriging should be conducted.

- Avant de rejeter les données et les analyses antérieures à 1997, un travail supplémentaire, en plus de l'utilisation des données obtenues grâce au navire de recherche et les séries chronologiques dans le cokrigeage, devrait être effectué.

- Based on the recommendation to extend the inference polygon to the 20 to 200 fathoms (or defined range), the 1997 to 2010 time series can also be considered a standardized time series for the purpose of stock assessment, development of reference points and provision of catch advice.

- D'après la recommandation visant à élargir le polygone d'inférence à une distance de 20 à 200 brasses (ou à une distance définie), la série chronologique de 1997 à 2010 peut également être considérée comme étant une série chronologique normalisée aux fins de l'évaluation du stock, de l'élaboration de points de référence et de l'apport d'avis en matière de prises.

- RV data has great potential for co-kriging with the present snow crab survey

- Les données obtenues grâce au navire de recherche présentent un fort potentiel de cokrigeage avec le relevé actuel sur le crabe des neiges.

## TOR 4 - ESTIMATION OF BIOMASS WITHIN MANAGEMENT AREAS

Issues that are addressed

- sum of management zone estimates does not always equal the Gulf wide estimate

Recommendation: use of weight rather than number of crab with subsequent conversion using mean weights corrects the inequality. See recommendation for TOR 1

- attribution of buffer zones to management zone

Recommendation: buffer zones were established in areas that were within the Area 12 zone, this was confirmed by management. Whether the buffer zone area is included or not in the Area 12 specific calculation is a management choice. Science will calculate the biomass for area 12 based on management's request. The question to management to clarify how they want the buffer zone areas treated has been asked.

- estimation of biomasses within each management zone

Recommendation:

- same method as used for the Gulf polygon estimation is used.
    - Point kriging by KED with depth as an auxiliary variable to estimate biomass in each management zone
    - Local neighbourhood estimation and all points in the sampling polygon are available
    - Estimation variance for each management zone is derived by global kriging within each zone.

## CADRE DE REFERENCE 4. ESTIMATION DE LA BIOMASSE AU SEIN DES ZONES DE GESTION

Les questions traitées sont les suivantes :

- La somme des estimations de la zone de gestion n'est pas toujours égale à l'estimation à l'échelle du golfe.

Recommandation : utiliser le poids plutôt que le nombre de crabes suivit d'une conversion en poids en utilisant les poids moyens, cela permet de résoudre l'inégalité. Voir la recommandation du cadre de référence 1.

- L'attribution de zones tampons à la zone de gestion.

Recommandation : des zones tampons ont été établies dans les zones situées au sein de la zone 12, cela a été confirmé par la gestion du MPO. Que la zone tampon soit située ou non dans la zone 12, la réalisation de calculs précis est un choix de la gestion. La direction des sciences calculera la biomasse pour la zone 12 d'après la demande de la gestion. La question a été posée à la gestion afin de clarifier la manière de traiter les zones tampons.

- Estimation de la biomasse au sein de chaque zone de gestion.

Recommandation :

- La même méthode que celle utilisée pour l'estimation du polygone du golfe a été employée.
    - Krigeage par point avec dérive externe et la profondeur comme variable auxiliaire pour estimer la biomasse dans chaque zone de gestion.
    - L'estimation du voisinage local et tous les points dans le polygone d'échantillonnage sont disponibles.
    - La variance dans l'estimation pour chaque zone de gestion est établie par krigeage global au sein de chaque zone.

- To reduce variance in each zone, one would have to increase the sampling coverage. Alternatively, the use of auxiliary information such as that from the RV survey could be used to assist in estimating biomass.

- Pour réduire la variance dans chaque zone, il faudrait augmenter la couverture d'échantillonnage. Autrement, l'utilisation de renseignements auxiliaires, comme ceux provenant du relevé effectué par le navire de recherche, pourraient être utilisés pour aider à estimer la biomasse.

## STATUS OF WORKING PAPERS AND DOCUMENTS POST-MEETING.

This section summarizes the status post-meeting of the documents which were presented at the framework meeting. CSAS publishes reports in a research document series which are presented and peer reviewed at CSAS process meetings and which provide details of analyses and interpretations that support subsequent science advice or that support conclusions on terms of reference of framework meetings such as the one summarized in this proceedings report. It may be recommended that some working papers presented and reviewed at the meeting be upgraded to research documents and posted in the CSAS document series if they are considered to be scientifically defensible and to contain information and analyses that support the discussions on the terms of reference of the meeting. Not all working papers are necessarily expected to appear in the CSAS research document series. Some documents may be presentations of existing publications and were discussed at the meeting as they contained information relevant to the terms of reference. These would not be published again in the research document series. Other documents may have been intended for a different audience or present analyses and interpretations which were not considered relevant to the terms of reference, or were not scientifically acceptable by the peer review participants. In these cases, the outstanding issues for rejecting the documents and recommendations for improvement if any would be recorded in the proceedings.

## STATUT DES DOCUMENTS DE TRAVAIL ET DES DOCUMENTS D'APRES REUNION

Cette section résume le statut des documents préparés à la suite des réunions qui ont été présentés lors de la réunion cadre. Le Secrétariat canadien de consultation scientifique publie des rapports dans une série de documents de recherche qui sont présentés et examinés par des pairs lors des réunions sur le processus du Secrétariat canadien de consultation scientifique et qui fournissent des détails sur les analyses et des interprétations à l'appui des avis scientifiques subséquents ou à l'appui des conclusions sur le cadre de référence des réunions d'examen cadre comme celle qui est reprise dans ce compte-rendu. Il peut être recommandé d'attribuer le statut de documents de recherche à certains documents de travail présentés et examinés lors de la réunion, et publiés dans les séries de documents du Secrétariat canadien de consultation scientifique s'ils sont scientifiquement justifiables et s'ils contiennent des renseignements et des analyses appuyant les discussions sur le cadre de référence de la réunion. On ne s'attend pas à ce que tous les documents de travail apparaissent dans les séries de documents de recherche du Secrétariat canadien de consultation scientifique. Certains documents peuvent être des présentations de publications existantes et ont été abordés lors de la réunion, car ils comportaient des renseignements liés au cadre de référence. Ces derniers ne devraient pas être publiés une fois de plus dans la série de documents de recherche. D'autres documents peuvent avoir été conçus pour un public différent ou pour présenter des

analyses et des interprétations qui n'étaient pas considérées comme étant pertinentes pour le cadre de référence, ou qui n'étaient pas acceptables scientifiquement selon les participants à l'examen par les pairs. Dans ces cas-là, les questions en suspens concernant le rejet des documents et des recommandations en vue d'amélioration, le cas échéant, seraient enregistrées dans le compte-rendu.

The following recommendations on upgrading to research document status are made for the following documents.

Les recommandations suivantes sur la mise à jour du statut des documents de recherche sont faites pour les documents suivants.

Working paper 01. Wade et al. Assessment methods used in snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock in the southern Gulf of St. Lawrence.

- should be upgraded to research document and include additional information requested in this proceedings.

Document de travail 01. Wade *et al.* Méthodes d'évaluation utilisées pour le stock de cadres des neiges *Chionoecetes opilio* dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

- Devrait obtenir le statut de document de recherche et inclure d'autres renseignements demandés dans ce compte-rendu.

Working Paper 02. Wade et al. Study of the importance of factors used during biomass estimates for the snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock in the southern gulf of St-Lawrence.

- should be upgraded to research document

Document de travail 02. Wade *et al.* Étude de l'importance des facteurs utilisés au cours des estimations de la biomasse pour le stock de crabes des neiges *Chionoecetes opilio* dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

- Devrait obtenir le statut de document de recherche.

Working paper 03. Wade et al. Biomass estimations within individual management zones of the snow crab, Chionoecetes opiio, stock in the southern gulf of St- Lawrence.

- should be upgraded to research document

Document de travail 03. Wade *et al.* Estimations de la biomasse au sein des zones de gestion individuelles concernant le stock de crabes des neiges *Chionoecetes opilio* dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

- Devrait obtenir le statut de document de recherche.

Working paper 04 - Moriyasu et al. An update of the historic view of the survey protocols used for estimating abundance indices of southern Gulf of St. Lawrence snow crab from 1988 to 2010

- should be upgraded to research document

Document de recherche 04 – Moriyasu *et al.* Mise à jour de l'aperçu historique des protocoles de relevé utilisés pour estimer les indices d'abondance du crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent de 1988 à 2010.

- Devrait obtenir le statut de document de recherche.

Working paper 05. Surette. Mixed effects model

- more work to be done and it should be continued. The working paper will not be upgraded to research document.

Working paper 06. Benoît. A comparison of the abundance, size composition, geographic distribution and habitat associations of snow crab (*Chionoecetes opilio*) in two bottom trawl surveys in the southern Gulf of St. Lawrence.

- should be upgraded to research document.

Working paper 07. Chasse et al. Oceanography of southern Gulf and characterization of variations in Cold Intermediate Layer (CIL) coverage.

- should be upgraded to research document

Working paper 08. Bez. Note on Ordinary Kriging and Kriging with external drift in the context of snow crab direct estimation

- should be upgraded to research document with additional information provided in the presentations from the meeting

Working papers 09. Evans. Non-parametric estimation of probability fields

- more work to be done and it should be continued on the snow crab data. The working paper(s) will not be upgraded to research document.

Working presentation 10. Choi. Description of model from Scotian Shelf.

- This was a presentation only of

Document de travail 05. Surette. Variable à effet aléatoire.

- Davantage de travail doit être fait et il devrait être poursuivi. Le document de travail n'obtiendra pas le statut de document de recherche.

Document de travail 06. Benoît. Comparaison de l'abondance, de la composition selon la taille, de la répartition géographique et des associations d'habitat du crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans deux relevés au chalut de fond dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

- Devrait obtenir le statut de document de recherche.

Document de travail 07. Chasse *et al.* Océanographie du sud du golfe du Saint-Laurent et caractérisation des variations relatives à la couverture de la couche intermédiaire froide.

- Devrait obtenir le statut de document de recherche.

Document de travail 08. Bez. Remarque sur le krigeage ordinaire et le krigeage avec dérive externe dans le contexte de l'estimation directe liée au crabe des neiges.

- Devrait obtenir le statut de document de recherche avec d'autres renseignements fournis dans les présentations provenant de la réunion.

Document de travail 09. Evans. Estimation non paramétrique des champs de probabilité.

- Davantage de travail doit être fait et il devrait être poursuivi concernant les données sur le crabe des neiges. Les documents de travail n'obtiendront pas le statut de document de recherche.

Document de travail 10. Choi. Description du modèle provenant du plateau néo-écossais.

- Il s'agissait d'une présentation uniquement

existing work and publications. Details are provided in CSAS Research Document by Choi and Ziserson on the meeting website under background documents. No research document will be prepared.

des publications et du travail existants. Des précisions sont fournies dans le document de recherche du Secrétariat canadien de consultation scientifique par Choi et Ziserson sur le site Web de la réunion dans la section des documents d'information. Aucun document de recherche ne sera préparé.

Working paper 11. Cadigan. Preliminary investigations into standardizing the 4T snow crab bottom-trawl survey index.

Document de travail 11. Cadigan. Enquêtes préliminaires visant la normalisation de l'indice relatif au relevé au chalut de fond sur le crabe des neiges dans la division 4T.

- should be upgraded to research document.

- Devrait obtenir le statut de document de recherche.

There was question of the status of the documents prepared by the industry consultant. It was argued by some participants that the documents submitted by the industry consultant are not scientific documents in their format and content, include statements which are incorrect and not supported by literature or specific analyses, and therefore should not go unchallenged in this science peer review forum.

Une question a été soulevée quant au statut des documents préparés par le consultant de l'industrie. Certains participants ont avancé que les documents soumis par le consultant de l'industrie ne sont pas des documents scientifiques en termes de format et de contenu; ces derniers comportent des énoncés incorrects et qui ne sont pas étayés par des ouvrages ou des analyses scientifiques. Par conséquent, ces documents doivent faire l'objet d'un débat dans ce forum portant sur l'examen scientifique par les pairs.

- The industry author indicated that he had no intention of submitting the working document for peer review, it had been prepared on behalf of the industry associations and that is how the document was structured. This is indicated clearly in each of the documents. The author has no interest in modifying the format of the documents to correspond with DFO formats and the DFO document series. However, he wished to have the documents referenced in the proceedings.

- L'auteur du secteur de l'industrie a indiqué qu'il n'avait pas l'intention de soumettre les documents aux fins d'examen par les pairs et qu'ils avaient été préparés au nom des associations de l'industrie et qu'il s'agissait-là de la manière dont le document était structuré. Cela est clairement indiqué dans chaque document. L'auteur ne souhaite pas modifier le format des documents pour qu'ils correspondent aux formats du MPO et aux séries de documents du MPO. Toutefois, il a souhaité que les documents soient référencés dans le compte-rendu.

- On that point, the coordinator of the centre for science advice (G. Chaput) objected as the CSAS series is not intended for archiving reports. It is a series that documents peer reviewed papers with publication standards and an onus on publishing documents which

- Sur ce point, le coordonnateur du Centre des avis scientifiques (G. Chaput) a élevé une objection, car la série de documents du Secrétariat canadien de consultation scientifique n'est pas conçue aux fins d'archivage de rapports. Il s'agit d'une série qui documente les articles examinés

were peer reviewed and reflected the conclusions of the peer review meeting. In which case, based on the industry consultant's statement, the industry documents would be referred to in the proceedings, the comments and discussions on the presentations would be documented and if the interpretations and conclusions are not accepted during the peer review meeting, this would be noted in the proceedings.

par les pairs avec des normes de publication et l'objectif de publier des documents ayant été examinés par les pairs et reflétant les conclusions de la réunion sur l'examen par les pairs. Dans de tels cas, d'après la déclaration du consultant de l'industrie, les documents de l'industrie seraient mentionnés dans le compte-rendu, les commentaires et les discussions sur les présentations seraient documentés et si les interprétations et les conclusions ne sont pas acceptées pendant la réunion sur l'examen par les pairs, cela serait noté dans le compte-rendu.

Document IND-DT01 – Conan. Contexte océanographique

- Will not be published in research document series.

Document IND-DT01 – Conan. Contexte océanographique

- Ne sera pas publié dans la série de documents de recherche.

Document IND-DT02. Conan. Exemple numérique illustrant le choix d'une méthode d'échantillonnage et de traitement des données

- Will not be published in research document series.

Document IND-DT02. Conan. Exemple numérique illustrant le choix d'une méthode d'échantillonnage et de traitement des données

- Ne sera pas publié dans la série de documents de recherche.

Document IND-DT03 (Conan). Une Proposition Pour Optimiser La Stratégie D'échantillonnage, La Cartographie, Les Estimations Pour L'aménagement Rationnel Des Stocks

- Will not be published in research document series.

Document IND-DT03 (Conan). Une proposition pour optimiser la stratégie d'échantillonnage, la cartographie, les estimations pour l'aménagement rationnel des stocks

- Ne sera pas publié dans la série de documents de recherche.

Document IND-DT04 – Conan. Contexte biologique, le cycle de vie du crabe des neige

- Will not be published in research document series.

Document IND-DT04 – Conan. Contexte biologique, le cycle de vie du crabe des neiges

- Ne sera pas publié dans la série de documents de recherche.

Document IND-DT05. Conan. Contexte statistique, géostatistique et de statistiques spatiales. Estimation pour 2006 et 2010.

- Will not be published in research document series.

Document IND-DT05. Conan. Contexte statistique, géostatistique et de statistiques spatiales. Estimation pour 2006 et 2010.

- Ne sera pas publié dans la série de documents de recherche.

Document IND-DT06 – Conan. Contexte historique

- Will not be published in research document series

Document IND-DT07 – Conan. Contexte technologique

- Will not be published in research document series.

## SPECIFIC TASKS TO BE DONE IN THE FOLLOWING MONTHS

Consensus on a method to be used has been achieved.

For the assessment of biomass from the 2011 survey which will be peer reviewed in February 2012, estimates will be derived for two estimation polygons:

- The standard polygon of 44,302 km²
- A revised polygon covering 20 to 200 fathoms with the precise borders along the western edge to be defined concisely and respecting management areas.

Advice for the 2012 fishery would be based on the revised polygon (20 t o200 fathoms).

Some participants consider that the proposal to use the expanded polygon for the February 2012 assessment may be premature.

It was pointed out that some analysis are still in progress (WP05, WP09, WP11) that could contribute to the development of alternate methodologies. Alternate methodologies which are proposed should always be used in parallel with the agreed geostatistic method for a number of years before a choice, if any, is made about changing the

Document IND-DT06 – Conan. Contexte historique

- Ne sera pas publié dans la série de documents de recherche.

Document IND-DT07 – Conan. Contexte technologique

- Ne sera pas publié dans la série de documents de recherche.

## DES TACHES PRECISES DOIVENT ETRE EXECUTEES DANS LES MOIS A VENIR.

Un consensus sur une méthode à utiliser a été atteint.

Concernant l'évaluation de la biomasse à partir du relevé de 2011 qui sera examiné par les pairs en février 2012, les estimations seront établies pour deux polygones d'estimation :

- Le polygone standard de 44 302 km$^2$.
- Un polygone révisé couvrant 20 à 200 brasses, concernant lequel les frontières précises le long du bord ouest doivent être définies de manière concise et respecter les zones de gestion.

Les avis pour la pêche de 2012 seraient basés sur le polygone révisé (20 à 200 brasses).

Certains participants estiment que la proposition d'utiliser le polygone élargi pour l'évaluation de février 2012 peut être prématurée.

Il a été mis en évidence que certaines analyses sont toujours en cours (document de travail 05, 09 et 11) et pourraient contribuer à l'élaboration d'autres méthodologies. Les autres méthodologies qui sont proposées devraient toujours être utilisées en parallèle avec la méthode géostatistique convenue pour un certain nombre d'années avant de

assessment methods.

décider, s'il y a lieu, de modifier les méthodes d'évaluation.

The new sampling plan will be developed for the 2012 field program. This should include an analysis of the potential for sampling designs other than systematic sampling and analytical models other than kriging.

Le nouveau plan d'échantillonnage sera élaboré pour le programme sur le terrain de 2012. Il devrait inclure une analyse de la possibilité de mettre en place des conceptions d'échantillonnage autres que l'échantillonnage systématique et des modèles analytiques autres que le krigeage.

**Appendix 1. Terms of reference for the meeting.**

## Framework science peer review of stock assessment methods for the southern Gulf snow crab stock

Regional Advisory Process – Gulf
November 21-25, 2011
Moncton, NB

Chairperson: Jean-Claude Brêthes

### Context

Snow crab, *Chionoecetes opilio*, has been commercially exploited in the southern Gulf of St. Lawrence since the mid 1960s. The fishery grew quickly from 1966, peaking at 33,400 t in 1982 and dropped to the lowest catch of 8,900 t in 1990, subsequently fluctuating with peaks in 1995 of 22,750 t and in 2005 of 36,200 t. The stock assessment of the southern Gulf snow crab resource is based on indicators of abundance (commercial biomass), reproductive potential (numerical abundance of mature females), and recruitment derived from observations collected with a fishery-independent trawl survey (Hébert et al. 2010) and geostatistical methods (Conan et al. 1988). The area of the southern Gulf of St. Lawrence sampled by the survey (referred to as the polygon), which began in 1989, has increased over time, reaching its current size of 44,302 km² in 2006 (Moriyasu et al. 2009). The analytical models for estimating the biomass of commercial-sized adult male crab were reviewed during a framework meeting in 2005 (DFO 2006) and the agreed approach has been used since for the assessment and to re-analyze the historical time series back to 1989 (Surette et al. 2007; Moriyasu et al. 2009).

Following on a decline in the estimated exploitable biomass that raised concerns beginning in 2009, a collective of traditional snow crab fishers from zone 12 (pre-2003) and others challenged the assessment methods used by DFO to estimate the biomass of snow crab in the southern Gulf. Further, in February and March 2011, independent analyses of the trawl survey data reported by an industry consultant hired by the collective of fishing associations above suggested that the biomass estimates in 2010 were higher than those reported by DFO, and critiqued the reconstruction of the assessment time series prior to 1999. The independent analyses used different analytical assumptions and different estimation areas from those used by DFO and which had been discussed and agreed to at the framework peer review meeting of 2005. As a result of these challenges and in keeping with the DFO science objective of providing robust and scientifically defensible advice, a framework peer review meeting is being organized to review and develop recommendations for the assessment methods and analytical approaches to be used to assess the status of the snow crab stock of the southern Gulf of St. Lawrence.

### Meeting Objectives

The objectives of the framework science meeting are to review the following assessment methodologies questions:

1) Review of current sampling design, the estimation model and approach to estimate the biomass of commercial-sized male crab from the southern Gulf of St. Lawrence,
2) Review of the definition of the polygon for which the biomass will be estimated,
3) Review of the methods for reconstructing a homogenous time series of biomasses and abundances from 1989 to present

4) Review of the best approach to estimate and include uncertainty of the biomass estimates within the four management areas based on a survey designed to estimate biomass for the entire southern Gulf.

Details of the assessment methodologies to be reviewed are provided in Appendix 1a.

The framework review will recommend the approaches for the best treatment of data currently collected, best treatment for historical reconstruction, and recommendations for improvements to design and assessment methods. Where possible, the recommended approaches and models will be applied to the stock assessment based on data collected in 2011 which will be peer reviewed in February 2012.

**Expected Publications**

The meeting will not generate advice. The review of approaches and the recommendations for the best assessment methods will be documented in a proceedings report. The recommendations contained in the proceedings will be put into practice for the 2011 stock assessment and must be finalized in time for the regional advisory process peer review meeting of February 2012. As such, the proceedings document is to be completed within two months of the date of the framework meeting.

Working papers or reports that are presented for review may be upgraded to research documents where considered appropriate. The supporting research documents are expected within four months of the date of the meeting.

When finalized, the products from the meeting will be posted on the DFO Canadian Science Advisory Secretariat website.

**Participation**

The meeting will be highly technical in nature and the discussions and review will require participants that are familiar with a broad range of quantitative assessment and modeling techniques. Participation will be by invitation.

To contribute materials and analyses and to assist in the framework review, participation is expected from:

- DFO Oceans and Science (Gulf, Maritimes, Newfoundland, Quebec, Ottawa),
- University researchers and invited non-DFO experts in modeling and statistical analyses,
- Experts, nominated by the fishing industry, in assessment and statistical analyses as deemed necessary.

**References**

Conan, G.Y., M. Moriyasu, E. Wade, and M. Comeau. 1988. Assessment and spatial distribution surveys of snow crab stocks by geostatistics. ICES C.M. 1988/K:10, 23 pp.

DFO. 2006. Proceedings of the Assessment Framework Workshop on the southern Gulf of St. Lawrence snow crab (Areas 12, E, F and 19), Gulf Regional Advisory Process; 11-14 October 2005. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2006/042.

Hébert, M., E. Wade, M. Biron, P. DeGrâce, J.-F. Landry and/et M. Moriyasu. 2010. The 2009 assessment of snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock in the southern Gulf of St.

Lawrence (Areas 12, 19, 12E and 12F). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2010/091. vi + 85 p.

Moriyasu, M., E. Wade, M. Hébert, and M. Biron. 2008. Review of the survey and analytical protocols used for estimating abundance indices of southern Gulf of St. Lawrence snow crab from 1988 to 2006. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2008/069.

Surette, T.J., Marcotte, D., and Wade, E. 2007. Predicting snow crab (*Chionoecetes opilio*) abundance using kriging with external drift with depth as a covariate. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2763: vi + 33 p.

**Appendix 1a. Detailed points to be reviewed during the framework meeting**

1) Review of the current sampling design, estimation model and approach to estimate the biomass of commercial-sized adult male crab from the southern Gulf of St. Lawrence

- a. Review of sampling design
  - i. Current design based on principles of geostatistics of samples within defined quadrats ascribed to a sampling space
    - Sampling density variations over time and assess potential bias (presence and magnitude)
    - Extended sampling within a season
  - ii. Alternate sampling designs (random stratified by depth, other)
  - iii. Advantages and constraints of sampling designs
- b. Estimation models
  - i. Geostatistics approach
    - Ordinary kriging or kriging with external drift
    - External drift variable: depth or temperature or other
    - Treatment of edge effects: pseudo-zeroes versus external drift
    - Choice of variogram (annual or 3-year averaged, or other)
    - Adjustment of variogram (using model or adjusted manually)
  - ii. Alternate estimation models (for ex. GLM, mixed effects models, other)
  - iii. Description of the analytical functions in Mathlab and R, verification of coding, and comparison of results among platforms

2) Definition of the polygon for which biomass will be estimated.
Objective: to estimate total biomass of crab within the biological unit and available to the fishery

- a. Constraints based on coverage
- b. Auxiliary data to inform on the appropriate polygon
  - i. Depth or temperature
  - ii. Species distribution based on September multi-species survey

3) Reconstructing the time series: is it possible to reconstruct a homogeneous time series for 1989 to present?

- a. Review of sampling methods and changes over time
  - i. Crab life-stage categorization
  - ii. Gear changes, vessel changes, technology changes
  - iii. Effects of adjustments to start and end points of trawl touchdown
  - iv. Proposed revision of area swept for 1989 to 1998
  - v. Determine appropriate approach for estimating area swept

b. Review of differences associated with the adjustments back in time to reconstruct the time series
    i. Review analytical method used to produce original estimates (before 1998) – old 29,254 km² assessment polygon, ordinary kriging, pseudo-zeroes, single year variogram, old area swept estimates. Calculate biomass, confirm that the estimates match the previously reported values (before adjustment)
    ii. Update swept area method, calculate biomass as in (i), report difference relative to (i).
    iii. Use three year variogram, calculate biomass, report difference relative to (i), (ii).
    iv. Remove pseudo-zeroes, report difference relative to iii.
    v. Change from ordinary kriging to kriging with external drift, report differences.
    vi. Do this for all years (1989 to 2010) using the small polygon used prior to 1998.
c. Alternate approaches to estimate bias with change of polygon
    i. Examine bias associated with expanding polygon without sampling in extended zone using data from 2006 to 2010. Bias is estimated based on expanded biomass versus survey covered biomass.
    ii. Using September groundfish survey, adjust small polygon biomass to southern Gulf biomass using the relative abundance of snow crab in surveyed polygon to southern Gulf polygon based on groundfish survey.
    iii. Can the time series be retained (with estimated bias and uncertainty) or is the earlier time period not usable for entire southern Gulf?

4) Under the current management, the proportion of the biomass contained within each of the four management areas is required. What is the best approach to estimate and include uncertainty in the biomass within management areas from a survey designed to estimate biomass for the entire southern Gulf?

**Annexe 1. Cadre de référence pour la réunion.**

## Examen cadre des méthodes d'évaluation du stock de crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent

Processus consultatif régional – Région du Golfe
Du 21 au 25 novembre 2011
Moncton (N.-B.)

Président de la réunion : Jean-Claude Brêthes

### Contexte

Dans le sud du golfe du Saint-Laurent, le crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) est pêché à des fins commerciales depuis le milieu des années 1960. La pêche du crabe des neiges a connu une croissance rapide à partir de 1966. Les débarquements annuels ont atteint un sommet de 33 400 t en 1982, puis ils ont atteint le plus bas niveau en 1990, à 8 900 t. Depuis, les débarquements varient, ayant connu des sommets en 1995, à 22 750 t, et en 2005, à 36 200 t. L'évaluation du stock de la ressource de crabe des neiges dans le sud du golfe est basée sur des indicateurs de l'abondance (biomasse commerciale), sur le potentiel de reproduction (abondance quantitative de femelles matures), ainsi que sur le recrutement déterminé, tous à partir de relevés au chalut indépendants de la pêche (Hébert et al. 2010) et des méthodes géostatistiques (Conan et al. 1988). Au fil des années, les chercheurs ont élargi la superficie (appelée polygone) de la zone du sud du golfe du Saint-Laurent visée par le relevé, qui a commencé en 1989. En 2006, la superficie avait atteint 44 302 $km^2$ (Moriyasu et al. 2009). Les modèles analytiques utilisés pour estimer la biomasse de crabe mâle adulte de taille commerciale ont fait l'objet d'une révision au cours d'une réunion cadre en 2005 (MPO 2006) et l'approche qui avait été convenue à ce moment-là est utilisée depuis pour évaluer et analyser de nouveau la série chronologique historique jusqu'en 1989 (Surette et al. 2007; Moriyasu et al. 2009).

Le déclin de la biomasse exploitable évaluée a soulevé des préoccupations depuis 2009. Certains membres de l'industrie de pêche, dont l'ensemble des associations de pêcheurs traditionnels de la zone 12 (pré 2003) et autres, ont mis en doute les méthodes d'évaluation utilisées par le MPO pour prévoir la biomasse du crabe des neiges dans le sud du golfe. En outre, en février et mars 2011, une analyse indépendante des données du relevé au chalut effectuée par un expert-conseil retenu par l'ensemble des associations de pêcheurs traditionnels mentionné ci-haut, a laissé entendre que l'estimation de biomasse pour 2010 était en réalité plus élevée que celle fournie par le MPO. L'auteur de l'analyse a critiqué la reconstruction de la série chronologique des évaluations effectuées avant 1999. L'analyse indépendante reposait sur des hypothèses et des zones d'estimation différentes de celles qui avaient été convenues à la réunion d'examen par les pairs en 2005. Étant donné ces contestations et conformément à l'objectif des scientifiques du MPO de fournir des avis rigoureux et scientifiquement défendables, le MPO organise une réunion d'examen par les pairs afin de réviser les méthodes d'évaluation et les approches analytiques et d'en recommander de nouvelles au besoin pour évaluer l'état du stock de crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

**Objectifs de la réunion**

Cette réunion scientifique cadre a pour objectif de réviser les questions suivantes relativement aux méthodes d'évaluation :

1) Examen de la conception du plan d'échantillonnage actuel, du modèle d'estimation et de l'approche utilisée pour estimer la biomasse commerciale de crabes mâles dans les eaux du sud du golfe du Saint-Laurent.
2) Examen de la définition du polygone pour lequel la biomasse de crabe est estimée.
3) Examen des méthodes utilisées depuis 1989 pour reconstruire une série chronologique homogène d'évaluations de la biomasse et de l'abondance.
4) Détermination de la meilleure façon d'estimer la biomasse du crabe et d'inclure les facteurs d'incertitude des estimations de la biomasse pour les quatre zones de gestion du crabe, en fonction d'un relevé conçu pour estimer la biomasse pour l'ensemble du sud du golfe.

L'annexe 1a présente en détail les éléments des méthodes d'évaluation qu'il faudra réviser.

L'examen cadre servira à recommander les meilleures façons de traiter les données qui sont recueillies à l'heure actuelle et de traiter la reconstruction historique, et à recommander des améliorations au plan d'échantillonnage et aux méthodes d'évaluation. Dans la mesure du possible, les approches et les modèles recommandés seront appliqués à l'évaluation des stocks basée sur les données prélevées en 2011, lesquelles seront examinées par des pairs en février 2012.

**Publications prévues**

Aucun avis scientifique ne découlera de la réunion. On produira par contre un compte rendu résumant l'examen des approches et les recommandations quant aux meilleures méthodes d'évaluation. Les recommandations énoncées dans le compte rendu seront mises en œuvre à temps pour l'évaluation des stocks de 2011, et le tout doit être peaufiné à temps pour la réunion d'examen par les pairs du processus consultatif régional, qui aura lieu en février 2012. Par conséquent, le compte rendu doit être prêt dans les deux mois de la date de la réunion cadre.

Les rapports ou documents de travail qui sont présentés aux fins d'examen pourraient être transformés en documents de recherche si on le juge approprié. Les documents de recherche à l'appui devraient être prêts dans les quatre mois suivant la réunion.

Lorsqu'ils seront prêts, les produits de la réunion seront affichés sur le site Web du Secrétariat canadien de consultation scientifique du MPO.

**Participation**

La réunion sera de nature hautement technique, et les participants aux discussions et à l'examen devront bien connaître une vaste gamme de techniques de modélisation et d'évaluation quantitative. Les participants recevront une invitation.

Les organisateurs souhaitent avoir la participation d'intervenants qui présenteront des documents et des analyses et qui participeront à l'examen cadre, notamment :

- des représentants d'Océans et Sciences, MPO (régions du Golfe, des Maritimes, de Terre-Neuve-et-Labrador et du Québec ainsi que de l'AC à Ottawa);
- des chercheurs du milieu universitaire et des participants invités de l'extérieur du MPO, spécialisés dans la modélisation et les analyses statistiques;

- des experts, désignés par l'industrie halieutique, qui sont spécialisés dans les évaluations et les analyses statistiques, au besoin.

**Références citées**

Conan, G.Y., M. Moriyasu, E. Wade, and M. Comeau. 1988. Assessment and spatial distribution surveys of snow crab stocks by geostatistics. ICES C.M. 1988/K:10, 23 pp.

Hébert, M., E. Wade, M. Biron, P. DeGrâce, J.-F. Landry et M. Moriyasu. 2010. Évaluation de stock de crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, 12E et 12F), en 2009. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2010/091. vi + 85 p.

Moriyasu, M., E. Wade, M. Hébert, et M. Biron. 2008. Revue du relevé au chalut et du protocole utilisé pour l'estimation des indices d'abondance de crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent, de 1988 à 2006. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2008/069.

MPO, 2006. Compte rendu de l'atelier sur le cadre d'évaluation du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, E, F et 19), Processus consultatif régional du Golfe, du 11 au 14 octobre 2005. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu, 2006/042.

Surette, T.J., D. Marcotte, et E. Wade 2007. Predicting snow crab (*Chionoecetes opilio*) abundance using kriging with external drift with depth as a covariate. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2763 : vi + 33 p.

**Annexe 1a. Points précis à examiner au cours de la réunion cadre**

1) Examen de la conception du plan d'échantillonnage actuel, du modèle d'estimation et de l'approche utilisée pour estimer la biomasse commerciale de crabes mâles adultes dans les eaux du sud du golfe du Saint-Laurent

c. Examen du plan d'échantillonnage
   i. Plan d'échantillonnage actuel, basé sur les principes de la géostatistique, selon des quadrilatères définis attribués à un espace d'échantillonnage
      - Écarts de la densité d'échantillonnage avec le temps, et évaluation du biais potentiel (existence et ampleur)
      - Échantillonnage temporelle durant la saison
   ii. Autres plans d'échantillonnage possibles (relevé aléatoire stratifié selon la profondeur, autre)
   iii. Avantages et limites de divers plans d'échantillonnage
d. Modèles d'estimation
   i. Approche géostatistique
      - Krigeage ordinaire ou krigeage avec dérive externe
      - Variable du krigeage avec dérive externe : profondeur, température ou autre
      - Traitement des effets de lisière : pseudo-zéros ou dérive externe
      - Choix de variogramme (variogramme annuel ou moyenne de trois ans, ou autre)
      - Ajustement du variogramme (ajustement manuel ou selon le modèle)
   ii. Autres modèles d'estimation (p. ex., MLG, modèles à effets mixtes, autres)
   iii. Descriptions des fonctions Mathlab et R et vérification du codage et des résultats entre logiciels

2) Définition du polygone pour lequel la biomasse est estimée
Objectif : estimer la biomasse globale du crabe présente dans l'unité biologique et exploitable durant la saison de pêche
   c. Contraintes basées sur la couverture de l'échantillonnage
   d. Données auxiliaires à inclure pour le polygone délimité
      i. Profondeur ou température
      ii. Répartition des espèces en fonction du relevé plurispécifique de septembre

3) Reconstruction de la série chronologique : est-il possible de reconstruire une série chronologique homogène pour la période de 1989 à aujourd'hui?
   d. Examen des méthodes d'échantillonnage et des changements
      i. Catégorisation des stades du crabe selon la condition de la carapace
      ii. Changements liés aux engins de pêche ou aux bateaux, changements technologiques
      iii. Effets des ajustements aux points d'appui et de relevage du chalut
      iv. Révision proposée de l'aire balayé par le chalut pour la période de 1989 à 1998
      v. Établissement de la meilleure façon d'évaluer la superficie couverte du chalut.
   e. Examen des différences associées aux rajustements chronologiques pour permettre la reconstruction de la série chronologique
      vii. Examiner la méthode analytique utilisée pour produire les estimations initiales (avant 1998) – ancien polygone d'évaluation de 29,254 km², krigeage ordinaire, pseudo-zéros, variogramme d'une seule année, anciennes estimations de la superficie couverte. Calculer la biomasse, confirmer que les estimations correspondent aux valeurs déjà déclarées (avant l'ajustement).
      viii. Révisions aux calculs de l'aire balayé par le chalut, calculer la biomasse comme il est indiqué au point i, présenter la différence.
      ix. Utiliser la moyenne des variogrammes sur trois ans, calculer la biomasse, présenter les différences par rapport aux résultats obtenus aux points i et ii.
      x. Supprimer les pseudo-zéros, signaler les différences par rapport aux résultats obtenus au point iii.
      xi. Remplacer le krigeage ordinaire par un krigeage avec dérive externe; présenter les différences.
      xii. Répéter le processus pour toutes les années (de 1989 à 2010), en utilisant le petit polygone ayant servi avant 1998.
   f. Autres façons d'estimer le biais en modifiant le polygone
      iv. Examiner le biais associé à l'élargissement du polygone sans faire d'échantillonnage dans la zone élargie, en utilisant des données de 2006 à 2010. Le biais est estimé en fonction de la biomasse dans le polygone élargi par opposition à la biomasse déterminée par le relevé.
      v. Au moyen du relevé de septembre du poisson de fond, ajuster la biomasse dans le petit polygone en fonction de la biomasse de tout le sud du golfe, en comparant l'abondance relative du crabe des neiges dans le polygone visé par le relevé à l'abondance relative du crabe des neiges dans le polygone du sud du golfe selon les données du relevé de poisson de fond.
      vi. Est-il encore possible de garder la série chronologique (avec les incertitudes et le biais estimé), ou est-ce que la première série chronologique doit être jugée inutilisable pour l'ensemble du sud du golfe?

4) Selon le régime de gestion actuel, il faut inclure la proportion de la biomasse contenue dans chacune des quatre zones de gestion. Quelle est la meilleure façon d'estimer la biomasse et d'inclure l'incertitude connexe pour chaque zone de gestion, à partir d'un relevé conçu pour estimer la biomasse de l'ensemble du sud du golfe?

**Appendix 2. Invitation letter.**
**Annexe 2. Lettre d'invitation.**

Gulf Region
Science Branch
343 Université Avenue
Moncton, N.B.
E1C 9B6

October 4, 2011

**To :** Distribution List

**Subject :**

**Details for the framework peer review meeting on assessment methods for snow crab from the southern Gulf of St. Lawrence**

Following on my note sent to you on July 20, 2011, I would like to thank you for providing feedback on the terms and reference and in nominating experts for the upcoming framework peer review meeting of snow crab assessment methods for the southern Gulf of St. Lawrence. The following is an update regarding the meeting preparations.

This framework review meeting will be held November 21 to 25, 2011 in Moncton (N.B.). The objectives of the meeting are to review and, depending on the outcome, recommend modifications to the assessment methods to be used for the snow crab stock of the southern Gulf of St. Lawrence. The final terms of reference for the meeting are provided in Appendix 1.

As indicated previously, this framework meeting differs from the annual assessment peer review meetings in that the meeting will not generate science advice for the 2012 fishery. The outcome of the framework meeting will be recommendations regarding the statistical design of the survey and the assessment methods for the snow crab resource of the southern Gulf, with the intention of applying these for the assessments to be conducted in 2012 and beyond. A summary presentation of the framework meeting conclusions will be made at the February 2012 annual snow crab assessment

Région du Golfe
Direction des Sciences
343 avenue Université
Moncton (N.-B.)
E1C 9B6

Le 4 octobre 2011

**À :** Liste de diffusion

**Objet :**

**Détails sur l'examen cadre des méthodes d'évaluation pour le stock de crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent**

Suite à ma note du 20 juillet, 2011 dernier, je vous remercie de vos commentaires sur le cadre de référence et pour les nominations d'experts pour la réunion de revue scientifique par les pairs des méthodes d'évaluation du stock de crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent. Le texte suivant est une mise à jour sur l'organisation de la réunion.

La réunion pour cet examen cadre se tiendra les 21 au 25 novembre 2011 à Moncton (N-B). Les objectifs de la réunion sont de faire l'examen des méthodes et de recommander, selon le cas, des modifications aux méthodes d'évaluation pour le stock de crabe des neiges du sud du Golfe Saint-Laurent. Le cadre de référence pour la réunion vous est fourni en Annexe1.

Comme indiqué précédemment, cet examen cadre diffère de l'examen annuel de l'évaluation du stock parce qu'il ne fournira pas un avis scientifique pour la pêcherie de 2012. Le résultat de cet examen cadre consistera de recommandations à propos du plan statistique d'échantillonnage du relevé et des méthodes d'évaluation du stock de crabe des neiges du sud du Golfe. Le but est de mettre en pratique ces recommandations pour les évaluations qui seront effectuées en 2012 et après. Un sommaire des conclusions de cet examen cadre sera présenté lors de l'examen scientifique annuel par les pairs sur l'état du

peer review meeting.

The framework peer review will be chaired by Dr. Jean-Claude Brêthes from the Université du Québec à Rimouski where he is chairholder of the UNESCO Chair on integrated analysis of marine systems Dr. Brêthes is a recognized marine ecosystem scientist who has published scientific research on snow crab and other species. He is knowledgeable in stock assessment methods and the marine ecosystem of the Gulf of St. Lawrence. He has participated in various committees and has chaired many science peer review meetings.

Following on the inputs we received for experts, I can confirm the following experts, external to DFO to this peer review meeting:

- Dr. Nicolas Bez, Institut de recherche pour le développement, UMR, Sète, France
- Dr. Gérard Conan, consultant, Marine Geomatics, Baltimore, N.B.
- Dr. Denis Marcotte, Département des génies civil, géologique et des mines, École Polytechnique, Université de Montréal, Montréal, Québec
- Dr. Louis Rugolo, Research Fishery Biologist, Alaska Fisheries Science Centre, Seattle, Washington, USA
- Dr. Andrew Solow; Senior Scientist, Marine Policy Center, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, Massachusetts, USA

We are waiting on confirmation of availability of one more expert.

In addition, there will be DFO experts in snow crab assessments, modeling and statistical analyses from the four DFO Atlantic regions and a limited number of participants from the fishing industry and First Nations. The participants were selected based on nominations received.

Further organizational details for the meeting, including information on precise location, background documents, availability of data, working papers to be reviewed, and agenda will be communicated directly to the invited

stock de crabe des neiges de février 2012.

Cette réunion sera présidée par le Dr. Jean-Claude Brêthes de l'Université du Québec à Rimouski, où il est titulaire de la Chaire UNESCO en analyse intégrée des systèmes marins. Le Dr. Brêthes est un scientifique reconnu qui a publié des recherches scientifiques sur le crabe des neiges et autres espèces. Il possède de l'expertise sur les méthodes d'évaluation de stock ainsi que sue l'écosystème marin du Golfe Saint-Laurent. Il a participé à de nombreux comités et a présidé plusieurs réunions d'examen par les pairs.

Suite aux suggestions reçues, je peux confirmer la liste suivante d'experts externes au MPO invités à cette réunion d'examen par les pairs :

- Dr. Nicolas Bez, Institut de recherche pour le développement, UMR, Sète, France
- Dr. Gérard Conan, consultant, Marine Geomatics, Baltimore, N.B.
- Dr. Denis Marcotte, Département des génies civil, géologique et des mines, École Polytechnique, Université de Montréal, Montréal, Québec
- Dr. Louis Rugolo, Biologiste de recherche en pêcheries, Alaska Fisheries Science Centre, Seattle, Washington, USA
- Dr. Andrew Solow; Scientifique Sénior, Marine Policy Center, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, Massachusetts, USA

Nous attendons confirmation sur la disponibilité d'un autre expert.

De plus, des experts du MPO en évaluation de stock de crabe des neiges, en modélisation et analyses statistiques des régions de l'Atlantique du MPO ainsi qu'un nombre limité de participants de l'industrie de la pêche et de Premières Nations participeront à la réunion. Ces participants ont été sélectionnés sur la base des nominations reçues.

Les autres détails concernant la réunion, incluant le site et l'horaire de la réunion, les documents de référence, la disponibilité des données, documents de travail pour révision et l'ordre du jour seront communiqués aux

participants.

Again, I would like to thank you for your collaboration on this issue.

Sincerely,

participants invités lorsqu'ils seront disponibles.

Encore une fois, je vous remercie pour votre collaboration sur ce dossier.

Cordialement,

*Original signed and on file / Copie originale signée et classée*


Ghislain Chouinard

Regional Director, Science Branch
DFO Gulf Region
Tel: (506) 851-6206
Email: Ghislain.Chouinard@dfo-mpo.gc.ca

Directeur régional, Sciences
MPO Région du Golfe
Tel: (506) 851-6206
Courriel: Ghislain.Chouinard@dfo-mpo.gc.ca


cc: Serge Theriault, Regional Director General, DFO, Gulf Region
Directeur Général Régional, MPO, Région du Golfe
Patrick Vincent, Acting Regional Director General, DFO, Québec Region
Directeur Général Régional p.i., MPO Région du Québec
Gérald Chaput, Coordinator, Gulf Region Science Advisory Office
Coordinateur, Bureau des avis scientifiques, Région du Golfe
Jean-Claude Brêthes, Coordinator, Université du Québec in Rimouski
Coordinateur, Université du Québec à Rimouski

**Appendix 3. List of documents, data files, and working papers made available to meeting participants on the website.**
**Annexe 3. Liste des documents, fichiers de données et de documents de travail mis à la disposition des participants sur le site internet.**

| Directory, filename | Date placed on website |
|---|---|
| **Directory : Background documents** | |
| Choi_and_Zisserson_-_Scotian_Shelf_Assessment.pdf | 8 Nov. |
| Conan_1985_ICES.pdf | 1 Nov. |
| Conan_et_al_1988_ICES.pdf | 1 Nov. |
| Conan_et_al_1994_Tech_Rep_Nephrops_Trawl.pdf | 1 Nov. |
| Evans_et_al_-_Local_Influence_Method.pdf | 8 Nov. |
| Marport_Sensors_Report-_FINAL.pdf | 1 Nov. |
| Maynou_et_al_1996_Limnol_Oceaogr.pdf | 1 Nov. |
| Maynou_et_al_1998_ICES_JMS.pdf | 1 Nov. |
| Proceedings_2000_022b.pdf | 1 Nov. |
| Proceedings_of_Assessment_methods_for_snow_crab_PRO2001_03e.pdf | 1 Nov. |
| Proceedings_of_snow_crab_assessment_methods_january_2002_PRO2002_022e.pdf | 1 Nov. |
| | |
| **Directory: References \ Southern Gulf Assessments** | |
| Advisory_report_2011_002-eng.pdf | 1 Nov. |
| Hebert_et_al_snow_crab_assessment_2010.pdf | 1 Nov. |
| History_of_trawl_survey_Standardization.pdf | 1 Nov. |
| KED_crossvalidation_surette_wade_marcotte_2007.pdf | 1 Nov. |
| Proceedings_2006_042_E.pdf | 1 Nov. |
| Rapport_avis_2011_002-fra.pdf | 1 Nov. |
| RAS-2010_014-points_de_référence.pdf | 1 Nov. |
| RAS-2010_015-Etat_de_stock_2009.pdf | 1 Nov. |
| SAR-2010_014_E-reference_points.pdf | 1 Nov. |
| SAR-2010_015-stock_status_2009.pdf | 1 Nov. |
| | |
| **Directory: References \ Biology and oceanography** | |
| Comeau_et_al_1998_CJFAS.pdf | 1 Nov. |
| Hebert_et_al_2002.pdf | 1 Nov. |
| Moriyasu_TCS_2010.pdf | 1 Nov. |
| Sainte-Marie_et_al_2008.pdf | 1 Nov. |
| | |
| **Directory: Data and Script files** | |
| Explanation_of_data_files.pdf | 1 Nov. |
| Instructions_for_analyzing_data_with_R.pdf | 1 Nov. |
| | |
| **Directory: Data and Script files \ Data** | |
| file01_sc_surveydata.txt | 1 Nov. |
| file02_grid_crab_survey.txt | 1 Nov. |
| file03_Polygon_gulf.txt | 1 Nov. |
| file04_Polygon_zone12old.txt | 1 Nov. |
| file05_Polygon_prop_gulf_2006.txt | 1 Nov. |
| file06_Polygon_prop_gulf_20_200.txt | 1 Nov. |
| file07_mean_weights.txt | 1 Nov. |
| file08_depth_trad.txt | 1 Nov. |
| file09_Depth_trad_grid_utm.txt | 1 Nov. |
| file10_depth_1k_sGSL.txt | 1 Nov. |
| file11_depth_variable.txt | 1 Nov. |

| | |
|---|---|
| file12_variogram_info.txt | 1 Nov. |
| GULFv6_region_shape_file_of_southern_Gulf.txt | 1 Nov. |
| | |
| **Directory: Data and Script files \ Data \ scripts** | |
| script_1_plot_survey_pts_in_R.txt | 1 Nov. |
| script_2_show_grids_in_R.txt | 1 Nov. |
| script_3_more_maps_with_grids_in_R.txt | 1 Nov. |
| script_4_data_report_in_R.txt | 1 Nov. |
| script_5_density_versus_depth_and_other_relationships_in_R.txt | 1 Nov. |
| script_6_density_versus_depth_and_other_relationships_gt_1997_in_R.txt | 1 Nov. |
| script_7_biomass_based_on_means_in_R.txt | 1 Nov. |
| script_8__kriging_in_R.txt | 1 Nov. |
| | |
| **Directory: Data and Script files \ Data \ September survey temperatures** | |
| 23 files with temperature data from the September groundfish survey for 1988 to 2010 | 1 Nov. |
| | |
| **Directory: Working papers** | |
| WP01-Wade_et_al_Sampling_design_and_assessment_model_for_snow_crab.pdf | 14 Nov. |
| WP02-Wade_et_al_Reconstruction_of_time_series.pdf | 14 Nov. |
| WP03-Wade_et_al_zone_specific_estimation_of_biomass.pdf | 16 Nov. |
| WP04-Moriyasu_et_al_Survey_Protocol_Changes.pdf | 14 Nov. |
| WP05-Surette_Mixed_Effects_Model.pdf | 14 Nov. |
| WP06-Benoit_Snow_crab_in_September_multispecies_survey.pdf | 15 Nov. |
| WP07-Chassé_et_al_Oceanography.pdf | 14 Nov. |
| WP08-Bez_review_of_kriging.pdf | 16 Nov. |
| WP09-Evans_Non-parametric_approach.pdf | 14 Nov. |
| WP09b-Evans_Non-parametric_approach_background.pdf | 14 Nov. |
| WP10-Choi_assessment_methods_Scotian_Shelf.pdf | 21 Nov. |
| WP11-Cadigan_Standardizing_survey_indices.pdf | 18 Nov |
| WP11-Cadigan_Standardizing_survey_indices_vers_2.pdf | 22 Nov. |
| IND-DT01_Conan_Contexte_oceanographique.pdf | 14 Nov. |
| IND-DT02-Conan_contexte_statistique.pdf | 14 Nov. |
| IND-DT03_Conan_Strategie_echantillonage.pdf | 14 Nov. |
| IND-DT04_Conan_contexte_biologique.pdf | 15 Nov. |
| IND-DT05_Conan_analyses_2006_et_2010.pdf | 16 Nov. |
| IND-DT05_Conan_Annex_1_CL_KRG_RES_1NM2010.txt | 16 Nov. |
| IND-DT05_Conan_Annex_2_CL_KRG_RES_1NM2006.txt | 16 Nov. |
| IND-DT06_Conan_contexte_historique.pdf | 18 Nov. |
| IND-DT07_Conan_Contexte_technologique.pdf | 21 Nov. |
| | |
| **Directory: Industry reports** | |
| 2011_-_Biomass_estimates_-_Dr._Conan.pdf | 8 Nov. |
| 2011_-_Estimé_de_biomasse_-_Dr._conan.pdf | 8 Nov. |
| Mapping_and_assessing_snow_crab_stocks-combined_file.pdf | 8 Nov. |
| Une_étude_critique_des_estimations_de_biomasse_1988-2011-Pt-1_text.pdf | 8 Nov. |
| Une_étude_critique_des_estimations_de_biomasse_1988-2011-Pt-2_Ann_I.pdf | 8 Nov. |
| Une_étude_critique_des_estimations_de_biomasse_1988-2011-Pt-3_Ann_II.pdf | 8 Nov. |
| Une_étude_critique_des_estimations_de_biomasse_1988-2011-Pt-4_Ann_III.pdf | 8 Nov. |

**Appendix 4. List of participants.**
**Annexe 4. Liste des participants.**

| Name | Affiliation | 21 Nov | 22 Nov | 23 Nov | 24 Nov | 25 Nov |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Albert, Gilles | Association Pêcheurs Gaspé | X | X | X | X | X |
| Benoît, Hugues | DFO Gulf / MPO Golfe Science | X | X | X | X | X |
| Bez, Nicolas | UMR EME (Ecosystèmes Marins Exploités) IRD, France | X | X | X | X | X |
| Biron, Michel | DFO Gulf / MPO Golfe Science | X | X | X | X | X |
| Brêthes, Jean-Claude | Université de Québec à Rimouski | X | X | X | X | X |
| Buie, Jennifer | DFO FAM / MPO Gestion, Ottawa | X | X | X | X | X |
| Cadigan, Noel | DFO Newfoundland and Labrador Science | X | X | X | X | X |
| Chaput, Gérald | DFO Gulf / MPO Golfe Science | X | X | X | X | X |
| Chassé, Joel | DFO Gulf / MPO Golfe Science | X | X | X | X | X |
| Choi, Jae | DFO Maritimes Science | X | X | X | X | X |
| Chouinard, Ghislain | DFO Gulf / MPO Golfe Science | X | X | X | X | X |
| Comeau, Michel | DFO Gulf / MPO Golfe Science | X | X | X | X | X |
| Conan, Gérard | Industry expert / expert de l'industrie | X | X | X | X | X |
| Evans, Geoff | DFO Newfoundland and Labrador Science | X | X | X | X | X |
| Fraser, Doug | Prince Edward Island Fishermen's Association | X | X | X | X | |
| Haché, Robert | Fishing industry consultant / consultant de l'industrie de la pèche | X | X | X | X | X |
| Hébert, Alain | DFO FAM Gulf / MPO Gestion Golfe | X | X | X | X | X |
| Hébert, Marcel | DFO Gulf / MPO Golfe Science | X | X | X | X | X |
| Isaac, Brian | Gespe'gewaq Mi'gmaq Resource Council | X | X | X | X | X |
| Lanteigne, Marc | DFO Gulf / MPO Golfe Science | X | X | X | X | X |
| MacLean, Basil | Zone 19 Fishermen's Association | X | X | X | X | X |
| Mallet, Victorin | Expert consultant First Nations | X | X | X | X | X |
| Marcotte, Denis | Ecole poly-technique, Montréal | X | X | X | X | X |
| Moriyasu, Mikio | DFO Gulf / MPO Golfe Science | X | X | X | X | X |
| Nicolas, Hubert | Unama`ki Institute of Natural Resources | X | | X | X | X |
| Richard, Michel | Union des Pêcheurs Maritimes | X | X | X | X | X |
| Ruggolo, Lou | US NOAA (Seattle) | X | X | X | X | X |
| Sainte-Marie, Bernard | DFO / MPO Québec Science | X | X | X | X | X |
| Setteringtonu, Lisa | DFO / MPO Science Ottawa | X | X | X | X | |
| Surette, Tobie | DFO Gulf / MPO Golfe Science | X | X | X | X | X |
| Wade, Elmer | DFO Gulf / MPO Golfe Science | X | X | X | X | X |

**Appendix 5. Agenda.**
**Annexe 5. Ordre du jour.**

| **Ordre du jour** | | **Agenda** |
|---|---|---|
| **Lundi le 21 novembre** | | **Monday November 21** |
| Salle de rencontre ouverte | **12h30 – 13h00** | Meeting room open |
| Introduction, revue du mandat, introduction des participants, revue et adoption d'ordre du jour | 13h00 – 13h30 | Introduction, review of the terms of reference, introduction of participants, review and adoption of the agenda |
| Référence 1. Examen de la conception du plan d'échantillonnage actuel, du modèle d'estimation et de l'approche utilisée pour estimer la biomasse commerciale de crabes mâles adultes dans les eaux du sud du golfe du Saint-Laurent<br>- Examen du plan d'échantillonnage<br>- Modèles d'estimation<br>**WP01- Wade et al**<br>**WP08 - Bez**<br>- Descriptions des fonctions Mathlab et R et vérification du codage et des résultats entre logiciels<br>**IND-DT05 Conan (2006, 2010)**<br>**WP01 - Wade et al (Section 2.10)** | 13h30 – 15h00 | TOR 1. Review of the current sampling design, estimation model and approach to estimate the biomass of commercial-sized adult male crab from the southern Gulf of St. Lawrence<br>- Review of sampling design<br>- Estimation models<br>**WP01- Wade et al**<br>**WP08 - Bez**<br>- Description of the analytical functions in Mathlab and R, verification of coding, and comparison of results among platforms<br>**IND-DT05 Conan (2006, 2010)**<br>**WP01 - Wade et al (Section 2.10)** |
| Pause santé | 15h00 – 15h15 | Health break |

| **Mardi le 22 novembre** | | **Tuesday November 22** |
|---|---|---|
| Introduction, revue d'ordre du jour | **8h30 –08h45** | Introduction, review of agenda |
| Référence 1. Examen de la conception du plan d'échantillonnage actuel, du modèle d'estimation et de l'approche utilisée pour estimer la biomasse commerciale de crabes mâles adultes dans les eaux du sud du golfe du Saint-Laurent<br>**IND-DT02 Conan. Contexte statistique**<br>**IND-DT03 Conan. Stratégie échantillonnage**<br>- Autres modèles d'estimation<br>**WP10 – Choi. Scotian Shelf Assessment**<br>**WP05 - Surette mixed effects models**<br>**WP09 - Evans** | 08h45 – 12h00 | TOR 1. Review of the current sampling design, estimation model and approach to estimate the biomass of commercial-sized adult male crab from the southern Gulf of St. Lawrence<br>**IND-DT02 Conan. Contexte statistique**<br>**IND-DT03 Conan. Stratégie échantillonnage**<br>- Alternate estimation models<br>**WP10 – Choi. Scotian Shelf Assessment**<br>**WP05 - Surette mixed effects models**<br>**WP09 - Evans** |
| Pause-santé | 10h00 – 10h15 | Health break |
| Déjeuner | 12h00 – 13h00 | Lunch |
| Référence 2. Définition du polygone pour lequel la biomasse est estimée<br>- Contraintes basées sur la couverture de l'échantillonnage<br>**WP01 (Section 2.4) & WP02 (Section 1) – Elmer et al.** | 13h00 – 17h00 | TOR 2. Definition of the polygon for which biomass will be estimated<br>- Constraints based on coverage<br>**WP01 (Section 2.4) & WP02 (Section 1) – Elmer et al.**<br>- Auxiliary data to inform on the |

| | | |
|---|---|---|
| - Données auxiliaires à inclure pour le polygone délimité<br>**WP07 – Chassé. Océanographie**<br>**WP06 – Benoît. crab distribution (part 1)**<br>**IND-DT01 – Conan. Océanographique**<br>**IND-DT04 – Conan. Biologie**<br>Revue de sommaire de journée 1 (si possible) | | appropriate polygon<br>**WP07 – Chassé. Océanographie**<br>**WP06 - Benoît crab distribution (part 1)**<br>**IND-DT01 - Conan océanographique**<br>**IND-DT04 - Conan biologie**<br>Review of summary from day 1 (time permitting) |
| Pause-santé | 15h00 – 15h15 | Health break |

| **Mercredi le 23 novembre** | | **Wednesday November 23** |
|---|---|---|
| Introduction, revue d'ordre du jour | **8h30 – 8h45** | Introduction, review of agenda |
| Référence 3. Reconstruction de la série chronologique : est-il possible de reconstruire une série chronologique homogène pour la période de 1989 à aujourd'hui?<br>- Examen des méthodes d'échantillonnage et des changements<br>**WP04 - Moriyasu et al**<br>**WP06 – Benoît. Relative catchability (part 2)**<br>**IND-DT07 – Conan. Contexte technologique**<br>- Examen des différences associées aux rajustements chronologiques pour permettre la reconstruction de la série chronologique<br>**WP02 – Wade (Section 2).**<br>**IND-DT06 – Conan. Contexte historique** | 8h45 – 12h00 | TOR 3. Reconstructing the time series: is it possible to reconstruct a homogeneous time series for 1989 to present?<br>- Review of sampling methods and changes over time<br>**WP04 - Moriyasu et al**<br>**WP06 – Benoît. Relative catchability (part 2)**<br>**IND-DT07 – Conan. Contexte technologique**<br>- Review of differences associated with the adjustments back in time to reconstruct the time series<br>**WP02 – Wade (Section 2).**<br>**IND-DT06 – Conan. Contexte historique** |
| Pause-santé | 10h00 – 10h15 | Health break |
| Déjeuner | 12h00 – 13h00 | Lunch |
| Référence 3. Reconstruction de la série chronologique : est-il possible de reconstruire une série chronologique homogène pour la période de 1989 à aujourd'hui?<br>- Autres façons d'estimer le biais en modifiant le polygone<br>**WP02 – Wade (Section 3).**<br>**WP06 – Benoît. Use of September multispecies survey (part 1)**<br>**WP11- Cadigan. Standardizing survey**<br>Revue de sommaire de journée 2 (si possible) | 13h00 – 17h00 | TOR 3. Reconstructing the time series: is it possible to reconstruct a homogeneous time series for 1989 to present?<br>- Alternate approaches to estimate bias with change of polygon<br>**WP02 – Wade (Section 3).**<br>**WP06 – Benoît. Use of September multispecies survey (part 1)**<br>**WP11- Cadigan. Standardizing survey**<br>Review of summary from day 2 (time permitting) |
| Pause-santé | 15h00 – 15h15 | Health break |

| **Jeudi le 24 novembre** | | **Thursday November 24** |
|---|---|---|
| Introduction, revue d'ordre du jour | **8h30 – 8h45** | Introduction, review of agenda |
| Référence 4. Estimation de biomasse par zone de gestion | 8h45 – 12h00 | TOR 4. estimation of biomass within management areas |

| **WP03 - Wade et al.** | | **WP03 - Wade et al.** |
|---|---|---|
| Pause-santé | 10h00 – 10h15 | Health break |
| Déjeuner | 12h00 – 13h00 | Lunch |
| Rattrapage des discussions des journées antérieures<br><br>Revue de sommaire de journée 1-3 (si possible) | 13h00 – 17h00 | Return to discussions of previous day(s)<br><br>Review of summary from days 1-3 (time permitting) |
| Pause-santé | 15h00 – 15h15 | Health break |

| **Vendredi le 25 novembre** | | **Friday November 25** |
|---|---|---|
| Introduction, revue d'ordre du jour | **8h30 – 8h45** | Introduction, review of agenda |
| Revue de sommaire de l'atelier (journée 1-4) | 8h45 – 12h30 | Review of summary of conclusions and recommendations (days 1-4) |
| Pause-santé | 10h00 – 10h15 | Health break |
| Prochaines étapes<br>Clôture de la réunion | 12h30 – 13h00 | Next steps<br>Closure of meeting |